



Kemikaaliturvallisuuden kehittäminen biomonitorointia hyödyntämällä

Sanna Salo

2020 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

Kemikaaliturvallisuuden kehittäminen biomonitorointia hyödyntämällä

Sanna Salo
Turvallisuus ja riskienhallinta
Opinnäytetyö
Maaliskuu, 2020

Sanna Salo

Kemikaaliturvallisuuden parantaminen biomonitorointia hyödyntämällä

Vuosi

2020

Sivumäärä

49

Opinnäytetyön päätavoitteena oli arvioida elektrolyyttisellä pintakäsittelylaitoksella tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta kemikaalialtistukseen arvioituna biomonitorointitulosten kautta. Arvioinnissa keskityttiin kahteen raskasmetalliin, nikkeliin ja hapetusluvultaan kuuden arvoiseen kromiin. Lisäksi pyrittiin selvittämään käytössä olevien henkilösuojausten toimivuutta ja henkilöstön kokemuksia kemikaalityöskentelystä. Tässä työssä keskityttiin toimeksiantajan elektrolyyttisten pinnoitteiden yksikössä tapahtuvan altistuksen arviointiin eikä toimeksiantajan kuumasinkityslaitoksissa mahdollisesti tapahtuvaa altistumista otettu arviointiin mukaan.

Opinnäytetyön teoreettisessa osassa käsitellään yleisesti kemikaaleihin liittyvää työhygieniää, tavallisimpia altistumistapoja sekä siihen liittyviä biologisten näytteiden seurantaa. Osana viitekehystä käsitellään kemikaalialtistuksen todentamista, siltä suojautumista ja biomonitorointitulosten oikeaa tulkintaa. Lisäksi käydään läpi lainsäädännöllisiä vaatimuksia ja velvoitteita, joita toimeksiantajalle esitetään.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytettiin biomonitorointituloksia, aineistoanalyysiä, havainnointia ja henkilöhaastatteluita. Aineistoanalyysillä pyrittiin todentamaan tehtyjen muutosten ja toimenpiteiden vaikutukset altistustasoihin sekä mahdollisia muutoksia yrityksen sisäisessä toimintakulttuurissa. Havainnoinnilla sekä haastatteluilla selvitettiin henkilöstön omaa kokemusta ja käsitystä toiminnastaan. Näiden lisäksi otettiin tuotantotiloista pyyhintä-näytteitä työvälineistä, joiden avulla pyrittiin todentamaan tahatonta altistumista.

Huolimatta siitä, ettei suoraa aikajanavertailua tehtyjen toimenpiteiden ja biomonitorointitulosten välillä voitu toteuttaa, työn tuloksena voitiin todeta tehdyillä toimenpiteillä olleen positiivinen vaikutus kemikaalialtistukseen. Lisäksi toimeksiantajalle esitettiin useita tapoja tehostaa kemikaaliturvallisuuteen liittyvää toimintaa. Näistä esimerkkeinä voidaan mainita oikeiden toimintatapojen kouluttaminen henkilöstölle sekä tuotantotiloissa usein käsiteltävien pintojen puhdistusohjelman tarkastelu ja tehostaminen, jolla on suuri merkitys tahattoman altistumisen ehkäisyssä.

Asiasanat: Altistus, biomonitorointi, elektrolyyttinen pintakäsittely, kemikaaliturvallisuus

Sanna Salo

Development of chemical safety by utilizing biomonitoring

Year 2020

Pages

49

The objective of this thesis was to evaluate the effect of the measures taken at the electrolytic surface treatment plant to reduce chemical exposure through the results of biomonitoring. The evaluation focused on two different metals, nickel and chromium of six oxidation values. In addition, efforts were made examine out the functionality of the personal protective equipment in use and the personnel's experience with chemical work. The commissioner for this thesis is one of the largest surface treatment operators in Finland. This thesis focuses in evaluating the exposure of the commissioner electrolytic coatings unit and does not include potential exposures to the sponsor's hot dip galvanizing plants.

The theoretical section of this thesis covers generally with the chemical hygiene at work, the most common routes of exposure, and the related monitoring of biological samples. The framework also discusses chemical exposure verification, protection and correct interpretation of biomonitoring results. In addition, the legal requirements and obligations imposed on the commissioner are reviewed.

The research methods used in this thesis are data analysis, observation and interviews. The data analysis aimed to verify the impact of the changes and measures made on exposure levels and possible changes in the company's internal operating culture. Observations and interviews were conducted to determine the personnel's own experience and perception of their operations.

Even though a direct timeline comparison between the measures taken and the biomonitoring results could not be carried out, the results of the thesis indicated a positive effect on chemical exposure. In addition, for the commissioner was presented whit a number of ways to enhance chemical safety related activities. An example of these is training personnel on the correct practices and reviewing and enhancing the cleaning program of surfaces that are frequently used in production facilities, which is of great importance in preventing unwanted exposure.

Keywords: Biomonitoring, chemical safety, electrolytic surface treatment, exposure

Sisällys

1	Johdanto	6
1.1	Tausta ja rajaus	7
1.2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	8
1.3	Toimeksiantaja	8
1.4	Käsitteet	9
1.5	Opinnäytetyön toteutus	10
2	Teoreettiset lähtökohdat	10
2.1	Tavallisimmat altistumisreitit työpaikoilla	11
2.2	Biomonitorointi	12
2.3	Tukevat tutkimukset	13
2.4	Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet	14
2.5	Tarkasteltavat raskasmetallit	15
2.6	Henkilökohtaiset suojaimet	16
2.7	Lainsäädännölliset velvoitteet	17
3	Opinnäytetyön tekijän tietoperusta	18
4	Tutkimusmenetelmät	19
5	Elektrolyyttinen pintakäsittelyprosessi	23
5.1	Kemikaalialtistuminen toimeksiantajan työtehtävissä	24
5.2	Toimeksiantajan henkilöstön suojavälineet	25
6	Tutkimustulokset	26
6.1	Biomonitorointitulokset	26
6.2	Havainnointi	27
6.3	Pyyhintänäytteet	29
6.4	Henkilöhaastattelut	31
6.5	Kirjallisen aineiston tutkimus	33
7	Johtopäätökset ja suositellut toimenpiteet	35
8	Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja tulosten oikeellisuuden arviointi	37
9	Pohdinta	38
	Lähteet	40
	Kuviot	43
	Taulukot	43
	Liitteet	44

1 Johdanto

Ympäristöministeriön vuonna 2017 julkaiseman tiedon mukaan Suomeen tuodaan tai Suomessa valmistetaan noin 30 000 kemiallista valmistetta, jotka ovat luokiteltu ominaisuuksiltaan. Nämä valmisteet sisältävät noin 5000 erilaista vaarallista ainetta, eikä niiden kaikkien yhteisvaikutuksia tunneta. Vaikka Suomessa on jo vuonna 2006 käynnistetty silloisen pääministeri Matti Vanhasen toimesta Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma, jonka tavoitteena on, etteivät kemikaalit aiheuta Suomessa vuonna 2020 merkittäviä terveys- ja ympäristöhaittoja, ovat kemialliset tekijät työssä edelleen suurin uhkatekijä työntekijöiden terveydelle ja siten myös ammattitautien suurin aiheuttaja. Arvioiden mukaan noin miljoona työssäkäyvää henkilöä altistuu työssään vähintään satunnaisesti erilaisille pölyille, huuruille ja kemiallisille altisteille. (Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma 2006.)

Kansallisen kemikaaliohjelman päämääränä on edesauttaa ja viedä eteenpäin kemikaaleihin liittyvää riskinhallintaa yhteiskunnan sellaisilla osa-alueilla, jotka ovat tähän asti olleet vähemmällä huomiolla asian suhteen. Yhtenä tarkasteltavana osana ohjelmaa on ollut kemikaalien vaikutus työntekijöiden terveydelle kemikaalin elinajan aikana. Kansallisen kemikaaliohjelman on tehty kaksi päivitystä, vuosina 2011 ja 2017 kulloinkin toimineen pääministerin aloitteesta, joissa on tarkasteltu ohjelman toteutumista ja mahdollisesti siinä ilmeneviä muutostarpeita. (Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma 2006.)

Toimeksiantajan tahtotila kemikaaliturvallisuuden parantamiseen nosti loppuvuonna 2018 esiin kysymyksen velvoitteiden täyttymisestä ja tietoisuuden tason selvittämisestä. Tämän kysymyksen toi esiin myös toimeksiantajan osallistuminen Euroopan Unionin tasoiseen The EU human biomonitoring initiative HBM4EU hankkeeseen, jossa tutkitaan syöpää aiheuttavalle kuusiarvoiselle kromille (Cr(VI)) altistumista eurooppalaisilla työpaikoilla sekä arvioidaan, pystytäänkö nykyisillä turvallisuus- ja valvontatoimilla suojelemaan työntekijöitä haitalliselta altistumiselta. Tutkimukseen osallistuminen auttaa toimeksiantajaa selvittämään kuinka toiminnassa täyttyy EU:n kemikaalilainsäädännön asettamat vaatimukset sekä syöpää aiheuttaville tekijöille ja perimän muutoksia aiheuttaville aineille altistumista työssä koskevan Euroopan Unionin asettaman direktiivin 2004/37/EY vaatimukset, joissa asetetaan kuusiarvoiselle kromille sitovat EU:n laajuiset työhygieniset raja-arvot (2004/37/EY).

Vuonna 2018 edellä mainitun direktiivin vaatimuksien täyttymisen selvittämistä varten toiminnanharjoittajan yksikössä käynnistettiin kartoitus, jossa selvitettiin henkilöstön teoreettisen kemikaalitietämyksen tasoa. Selvityksessä todettiin, että kemikaalituntemus oli jossakin määrin rajoittunut pieneen osaan henkilöstöä, joka heikentää osaltaan koko henkilöstön työtur-

vallisuutta. Osaamistason laskun voitiin todeta johtuvan henkilöstön eläköitymisestä ja hiljaisen tiedon poistumisesta. Lisäksi toimeksiantajan organisaatorakenteessa oli tapahtunut muutoksia, joiden myös epäiltiin vaikuttavan osaamiseen. Toisena havaintona selvityksessä todettiin, ettei kemikaaliturvallisuuden parantamiseksi tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta uudelleen arvioitu muutoksen jälkeen. Jotta toimeksiantajan kokonaisturvallisuuden kehittyminen jatkuu positiivisena, tulee tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta arvioida. Tätä toiminnan jatkuvaa uudelleen arviointia ja parantamista edellyttävät myös toimeksiantajan sertifioidut johtamisjärjestelmät. Nämä edellä mainitut havainnot johtivat opinnäytetyöprosessin aloittamiseen ja mahdollisten toimintaa tehostavien keinojen etsintään. (Kemikaaliturvallisuuden arviointi 2018.)

1.1 Tausta ja rajaus

Opinnäytetyön tekijä on toimeksiantajan palveluksessa ja aihe valikoitui työsuojeluun liittyvien tehostamistoimien toimivuuden varmistamiseksi. Koska 2000-luvulla toimeksiantajan yhdellä työntekijällä todettiin vakava sairaus johtuen työperäisestä kemikaalialtistumisesta, on työolosuhteita, henkilökohtaista suojautumista sekä työn teon ohjeistusta parannettu useiden vuosien ajan. Nyt toimeksiantaja on nähnyt tarpeelliseksi selvittää, voidaanko altistumisen vähentymisen ja tehostettujen toimenpiteiden välillä löytää syy-seuraussuhde sekä voidaanko kerätyn datan avulla tehdä päätöksiä lisätoimien tarpeellisuudesta.

Aihe liittyy tiiviisti useaan eri turvallisuuden osa-alueeseen, kuten työ-, henkilöstö- ja kemikaaliturvallisuuteen. Painopisteeksi tälle opinnäytetyölle valittiin erityisesti kemikaaliturvallisuus, jonka kehitystä toimeksiantajan tahdosta tarkastellaan. Toimeksiantajan Turun tuotantoyksikössä käytössä on noin 250 erilaista kemikaalia, joiden vaarallisuus ihmisen terveyteen vaihtelee akuutisti myrkyllisistä vaarattomiin. Työterveyshuollon työpaikkaselvitysten kautta kemikaalialtistuksen on todettu olevan merkittävin tekijä työntekijöiden terveyteen kohdistuvista vaaroista, joka osaltaan vaikutti tarkastelukulman valintaan.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan elimistöön kertyviä karsinogeenisiä raskasmetalleja, jotka ovat elektrolyyttisessä pintakäsittelyssä merkittävä osa prosessia. Ne aiheuttavat pitkäaikaisessa altistumisessa vakavia sairauksia, kuten erilaisia syöpäsairauksia ja hengityselinsairauksia. Myös muita terveydellisiä, vakavia haittavaikutuksia voidaan osoittaa, kuten lisääntymisterveyden heikentymistä. Työssä keskitytään erityisesti kromitrioksidin eli hapetusluvultaan kuuden arvoisen kromin oksidimuotoon ja suoloina, kuten sulfaatti- ja kloridimuodossa, käytetyn nikkelin pitoisuuksiin virtsassa.

Opinnäytetyö rajattiin kohdistumaan pelkästään elektrolyyttiseen pintakäsittelyyn eikä toimeksiantajan kuumasinkkilaitoksien työntekijöiden altistumista otettu arviointiin mukaan. Elektrolyyttisen pintakäsittelyn osalta tutkimus koskettaa sekä pintakäsittelijöitä että huolto-

ja kunnossapidon henkilöstöä, sillä biomonitorointitulokset saatiin siten, ettei henkilöstöryhmiä voitu niistä eritellä. Kohderyhmään ei myöskään huomioitu kuin tarkasteltavien kemikaalien kanssa päivittäin kosketuksiin joutuvat henkilökunnan jäsenet. Teknistä prosessiturvallisuutta, fyysisiä olosuhteita tai ympäristöturvallisuutta ei tämän opinnäytetyön aikana arvioitu. Myöskään nuorten työntekijöiden tai raskaana olevien henkilöiden erityistä suojelun tarvetta ei tässä opinnäytetyössä otettu huomioon.

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli aineistotutkimuksen kautta selvittää toimeksiantajan toteuttamien toimenpiteiden vaikutus kemikaaliturvallisuuteen ja työntekijöiden kemikaalialtistumiseen elimistöön kertyvien kemikaalien osalta. Tällaisia toimenpiteitä olivat muun muassa siivoustöiden ohjeistus, suojainten valinta ja valintaa ohjaavien kriteereiden tarkentaminen ja suojainten käytön koulutus. Tarkoituksena oli tutkia aikajanan avulla toimenpiteiden vaikutusta työntekijöiden biomonitorointituloksiin. Koska aiempien tietojen perusteella voitiin tehdä olettaus, että altistumista tapahtuu myös tahattomasti, yhtenä opinnäytetyön alakysymyksenä pyrittiin myös selvittämään työntekijöiden käyttäytymisen vaikutus altistumiseen.

Tämän tutkimuksellisen opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle tietoa jo tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuudesta kemikaalialtistumiseen sekä antaa lisätietoa niistä olemassa olevista keinoista, joilla työntekijöiden kemikaalialtistumista voidaan edelleen vähentää. Toisena tavoitteena opinnäytetyölle asetettiin arvioinnin tekeminen siitä, miten henkilöstö kokee kemikaaliturvallisuuteen liittyvien henkilökohtaisten suojainten käytön, kemikaalityöskentelyn turvallisuuden ja omat vaikutusmahdollisuudet näihin liittyviin asioihin. Tässä arvioinnissa pyrittiin huomiomaan myös se, kuinka yksilön käytös vaikuttaa kemikaalialtistumiseen koko työyhteisön tasolla.

1.3 Toimeksiantaja

Toimeksiantaja on Suomen suurin pintakäsittelyiden tuottaja, jolla on neljä kuumasinkityslaitosta sekä yksi elektrolyyttisiin pinnoitteisiin ja pulverimaalaukseen erikoistunut laitos Turun seudulla. Lisäksi yrityksellä on konepajatuotantoa sekä Suomessa että Latviassa. Yrityksen palveluksessa on noin 180 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2019 oli noin 27 miljoonaa euroa. Opinnäytetyön kirjoittaja toimii konsernin HSEQ-päällikkönä suoraan toimitusjohtajan alaisuudessa. (Intranet 2019.)

Opinnäytetyö keskittyy Aurajoki Oy:n elektrolyyttisten pintakäsittelyiden yksikköön, jossa henkilökuntaa on noin 50. Laitoksessa on 7 toimivaa pinnoituslinjaa, joissa voidaan tehdä noin 50 erilaista pinnoitusyhdistelmää. Tutkimukseen otettiin mukaan kolme pinnoituslinjaa, joissa

työskentely tutkittavien kemikaalien kanssa on päivittäistä tai viikoittaista riippuen työtehtävistä.

1.4 Käsitteet

Ohjeen biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella vuodelta 2014 biomonitorointi, toiselta nimeltään biologinen altistumismittaus, kuvastaa arviointia elimistön kemikaalikuormasta tai lähiaikoina tapahtuneen altistumisen mittaamista. Sillä voidaan myös tarkoittaa toistuvaan altistumiseen liittyvän terveysriskin arviointia sekä seurantaan henkilöstä kerätyn biologisen näytteen avulla. Käsitettä avataan laajemmin kappaleessa 4.2 Biomonitorointi.

Toimeksiantajan mukaan elektrolyyttinen pintakäsittely on metallien pintakäsittelyä, jossa sähkövirran avulla metallin pinnalle muodostetaan toinen metallipinta. Prosessi kuvataan tarkemmin kappaleessa 5. Elektrolyyttinen pintakäsittely.

Sosiaali- ja terveysministeriön antaman asetuksen mukaan haitalliseksi tunnettu pitoisuus, HTP-arvo, kuvastaa aineen/epäpuhtauden pitoisuutta ilmassa, jonka alittuessa ei tavallisesti terveydellistä vaaraa aiheudu. Käsitettä avataan laajemmin kappaleessa 4.4 Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet ja biologisten indikaattoreiden raja-arvot.

Kemiallinen altiste on työssä käytetty kemiallinen aine tai kemiallinen yhdiste sekä pöly, savu tai huuru, joka syntyy käytetyssä prosessissa.

Työterveyslaitoksen vuoden 2014 biomonitorointitulosten tulkintaa ohjaavan ohjeistuksen mukaan viiteraja-arvolla on kaksi eri merkitystä. Altistumattoman viiteraja-arvo kuvastaa pitoisuutta, jota tavallisista suomalaisista henkilöistä 95% ei ylitä ilman erityistä syytä. Viiteraja-arvon ylitys kertoo siitä, että henkilön biomonitorointi tulos ylittää altistumattomien henkilöiden viiteraja-arvon, mutta tämä ylitys ei vielä kerro altistumiseen liittyvästä terveysriskistä. Viiteraja-arvo vastaa kahdeksan tunnin altistumista HTP-tasolla. (Biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella 2014.)

Toimenpiderajalla tutkija Rantanen ja Työterveyslaitos (2011) kuvaa altistustasoa, jonka ylityksen jälkeen työnantajan on ryhdyttävä toimiin, joilla altistus vähenee hyväksytylle HTP-tasolle.

Työhygienialla tarkoitetaan tutkijoiden Pääkkönen ja Rantanen (2008) mukaan työpaikoilla esiintyvien työnteekijöille mahdollisten terveydelle haittoja aiheuttavien tai terveyttä vaarantavien kemiallisten, biologisten tai fysikaalisten riskitekijöiden kartoittamista, tunnistamista ja poistamista. Yksilöön kohdistuvalla merkityksellä käsitellä tarkoitetaan henkilökohtaisesta hygieniasta huolehtimista, kuten työvaatteiden ja suojavälineiden hygieniä.

Vaikuttavuuden arviointi termillä tarkoitetaan prosessista syntyvää lopputulosta muuttavan, tietoisien teon aiheuttaman muutoksen vaikutuksen arvioimista vertaamalla syntynyttä lopputulosta haluttuun muutoksen jälkeiseen lopputulokseen tai asetettuun tavoitteeseen. (Dahler-Larsen 2005.)

1.5 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön aihe nousi esiin kirjoittajan päivittäisen työn yhteydessä, jolloin havaittiin, ettei organisaatio ole aktiivisesti seurannut ja arvioinut tehtyjen toimenpiteiden yhteisvaikutusta henkilöstön terveyteen. Koska organisaatiolla oli ja on tavoitteena työturvallisuuden jatkuva kehittäminen sekä työolosuhteiden parantaminen, toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnilla on erittäin suuri merkitys toiminnan oikean suuntaiselle kehittämiselle. Opinnäytetyön aineistoanalyysit aloitettiin keväällä 2019 ja havainnointi suoritettiin huhtikuussa 2019. Opinnäytetyön varsinainen kirjoittaminen ajoittui vuoden 2019 loppuun.

2 Teoreettiset lähtökohdat

Vuonna 2006 käynnistettyä Kansallista vaarallisten kemikaalien ohjelmaa varten Työterveyslaitos laati vuoden 2005 aikana Sosiaali- ja terveysministeriön toimeksiannosta selvityksen työympäristössä esiintyvistä kemikaalialtisteista ja kemikaaliriskeistä. Jo tuossa selvityksessä todettiin, että kemikaalien käyttömäärät ja niille altistuvien henkilöiden lukumäärät ovat kasvussa. Lisäksi tuolloin havaittiin, ettei maahan tuotavien kemikaalien ominaisuuksista ole riittävästi tietoa eikä niiden terveydellisiä vaikutuksia tunneta. Selvitystyön yhteydessä todettiin myös, että lisätutkimuksia tarvitaan, jotta voidaan selvittää syy-seuraussuhteita muun muassa lisääntymisterveyden heikkenemisen ja syöpäsairauksien osalta sekä käyttöönottaa tehokkaita altistumisen ehkäisykeinoja.

Euroopan työterveys- ja työturvallisuusviraston, OSHA:n, mukaan Euroopan Unionin alueella 17% työntekijöistä altistui kemiallisille altisteille vähintään neljäsosan työajastaan vuonna 2015. Altistuvien henkilöiden määrä ei ole juurikaan laskenut vuoden 2000 jälkeen ja altistuminen on paljon yleisempää kuin osataan ajatellakaan. Osittain tästä syystä viraston vuosien 2018- 2019 Terveellinen Työ- Tunnista ja hallitse kemialliset tekijät kampanjaa oli lisätä toiminnanharjoittajien sekä työntekijöiden tietoisuutta vaarallisten aineiden aiheuttamista riskeistä työpaikoilla sekä edistää riskien ennaltaehkäisyn kulttuuria. Yksi iso osa-alue kampanjassa oli lisätä tietoisuutta karsinogeenisten aineiden vaikutuksesta ihmisten terveyteen ja levittää hyviä käytäntöjä kampanjan kautta, jota kautta myös toimeksiantaja oli tehnyt kemikaalituntemusta kartoittavaa selvitystä vuonna 2018. (Terveellinen työ- Tunnista ja hallitse kemialliset tekijät 2019).

Vuonna 2018 tehdyn henkilöstön kemikaalitietoisuutta kartoittaneen selvityksensä perusteella toimeksiantaja teki samankaltaisia johtopäätöksiä kuin Työterveyslaitos. Henkilöstöllä oli osasta käytössä olevista kemikaaleista tietoa, mutta johtuen kemikaalien laajasta kirjosta, osa vaarallisista kemikaaleista miellettiin vaarattomimmiksi kuin ne todellisuudessa olivatkaan. Myöskään mahdollisten hetkellisten tai lyhytkestoisten altistumisten pitkäaikaisia vaikutuksia ei henkilöstö kyennyt hahmottamaan omaan osaamisen perusteella. Lisäksi henkilöstön vaihtuminen eläköitymistä takia osaltaan kavensi kemikaaliturvallisuuteen liittyvää osaamista. (Kemikaaliturvallisuuden arviointi 2018.)

Tässä luvussa pyritään avaamaan niitä tekijöitä, jotka yleisellä tasolla kaikkien pintakäsittelyalalla toimivien yritysten turvallisuuteen liittyvien henkilöiden on otettava huomioon arvioitaessa kemikaalien vaikutusta elimistöön sekä toteutettaessa turvallista kemikaalityöskentelyä. Luvussa tarkastellaan myös niitä kemikaaleja, jotka otettiin tämän opinnäytetyön kautta tarkasteltaviksi kemikaaleiksi.

2.1 Tavallisimmat altistumisreitit työpaikoilla

Työterveyslaitoksen Kemikaalit ja työ selvityksen (2005) mukaan yli puolet työssä käyvistä henkilöistä altistuivat työssään erilaisille kemiallisille altisteille ja puolet näistä henkilöistä kokevat tämän altistumisen jossakin määrin haitalliseksi. Merkille pantavaa on selvityksen mukaan myös se, että työperäinen kemikaalialtistuminen poikkeaa ympäristöperäisestä altistumisesta merkittävästi. Työympäristössä altistutaan useille kemikaaleille ja yhdisteille kerrallaan ja näin niiden vaikutus voi kertaantua. Lisäksi työympäristössä kemikaalipitoisuudet ovat tavallisesti huomattavasti korkeammat sekä altistuminen on toistuvaa. Tutkimusryhmän mukaan työssä harvemmin esiintyy enää akuutteja myrkytystapauksia, mutta pitkäaikaisten työperäisen altistumisen kautta henkilöille voi aiheutua kroonisia sairauksia, joiden työstä johtuvaa alkuperää on vaikea tunnistaa.

Edellä mainitun Työterveyslaitoksen selvityksen mukaan altistumisreiteinä työperäisessä altistumisessa ovat pääasiassa hengitystiet ja ihon läpi imeytyminen. Myös suun kautta altistumista tapahtuu, mutta se on usein tahatonta ja tavallisesti myös henkilöstä riippuvaista. Hengitysteitse tapahtuvaan altistumiseen johtaa työssä syntyvät haurut ja kaasut, joiden sisältämät hiukkaspitkät kulkeutuvat keuhkorakkuloiden kautta helpommin verenkiertoon kuin suun ja suolistokanavan kautta. Myös pölyt ovat tietyillä aloilla merkittävä hengitysteitse altistusta aiheuttava tekijä.

Ihon kautta tapahtuva altistuminen johtuu kemikaalihiukkasten laskeutumisesta iholle tai imeytymällä höyrynä ihon läpi, suorasta ihokosketuksesta tai kosketuksesta kemikaalilla liikaantuneeseen pintamateriaaliin. Aineet voivat sekä vahingoittaa ihoa että imeytyä ihon läpi elimistöön tai tehdä molempia yhtä aikaa. Ihon kautta tapahtuvaan altistumiseen vaikuttavat

monet tekijät, kuten aineen ominaisuudet, altistumisaika sekä henkilön ja ihon ominaisuudet. (Rantanen & Työterveyslaitos 2011.)

Tavallisimmin henkilöstö reagoi ensimmäisenä kemikaalien aiheuttamiin hajuhaittoihin. Tämän kaltaiset ärsytys- ja hajuhaitat alentavat henkilöstön viihtyvyyttä sekä tuottavuutta, mutta eivät suoraan vielä aiheuta terveydellistä haittaa. Yksittäisille kemikaaleille annetut hajuhaitta- arvot poikkeavat toisistaan erittäin paljon sekä hajuhaitan kokemus on myös yksilöstä riippuvainen tekijä. Tästä syystä näiden tekijöiden vaikutusta kemikaalin aiheuttamaan terveydelliseen haittaan on lähes mahdotonta arvioida ja onkin suoritettava riittävät työhygieeniset mittaukset sekä ilmasta että henkilöistä, jotta altistumisen taso voidaan määrittää. (Työterveyslaitos 2014.)

2.2 Biomonitorointi

Työterveyslaitoksen (2104) mukaan työpaikalla tapahtuvaa altistumista voidaan osoittaa joko epäpuhtauden tai sen aineenvaihduntatuotteen pitoisuuden todentamisella virtsasta, verestä, uloshengitysilmastasta tai elimistön vasteesta altisteelle ja tätä kutsutaan myös biomonitoroinniksi. Biologisten indikaattoreiden avulla tehty todentaminen sisältää kaikkien altistusreittien kautta elimistöön kulkeutuvat kemikaalimäärät. Lisäksi biomonitoroinnilla voidaan täydentää työtilojen sisäilmasta otettujen näytteiden analysoinnista saatua tietoa, kun tehdään työhön liittyvää riskin arviota. Jokaisella indikaattorilla on oma puoliintumisaikansa, joka tulee ottaa huomioon näytteen otossa ja analysoinnissa sekä tulosten oikeellisuuden arvioinnissa.

Tämän kaltainen kokonaisaltistumisen määrän mittaaminen on erittäin tärkeää, kun pyritään arvioimaan tai mittaamaan altistumista aineille, jotka kertyvät elimistöön pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistuksessa. Koska kyseessä olevat indikaattorit osoittavat suoraan kokonaisaltistusta ja huomioivat yksilöiden väliset erot, niitä voidaan tästä syystä käyttää myös henkilökohtaisten suojainten toimivuuden arviointiin. Biomonitoroinnista saatuja tuloksia tulee kromin kohdalla verrata Sosiaali- ja terveysministeriön asettamaan viiteraja-arvoon, joka on johdettu ilman altistepitoisuuden raja-arvosta eli HTP-arvosta ja vastaa kahdeksan tunnin altistumista HTP-tasolla. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2018.)

Työterveyslaitoksen ohjeessa Biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella vuodelta 2014 asettamien työhygieenisten raja- arvojen mukaan kuuden arvoisen kromin altistumattomien viiteraja on 0,01 mikromoolia litrassa virtsaa (myöhemmin merkitään $\mu\text{mol/l}$) ja toimenpideraja-arvo on 0,20 $\mu\text{mol/l}$. Nikkelin altistumattomien viiteraja on 0,05 $\mu\text{mol/l}$ ja toimenpideraja on sama kuin kromilla eli 0,20 $\mu\text{mol/l}$. Laitoksen antaman ohjeistuksen mukaan näytteenotto on suoritettava uudelleen 2-3 vuoden sisään, jos biomonitorointituloksissa havaitaan altisteen pitoisuuden kasvaneen 10-25 prosenttia. Jos kasvua on 25-50%, tapahtuu näytteenotto vuosittain. Jos kasvua on enemmän

kuin 50 prosenttia, mutta pitoisuus ei vielä ylitä toimenpiderajaa, näytteet kerätään puoli-vuosittain. Jos toimenpideraja ylittyy, on työnantajan tehtävä välittömiä toimia altistumisen vähentämiseksi ja näytteet otetaan välittömästi toimenpiteiden jälkeen uudelleen.

2.3 Tukevat tutkimukset

Teoksen Journal of Exposure and Science and Environmental Epidemiology numerossa 27 julkaistussa artikkelissa ”The Use of biomonitoring to assess exposure in the electroplating industry” vuodelta 2017 kuvataan tutkijoiden Beattie, Keen, Coldwell, Tan, Morton McAlinden ja Smith Iso-Britanniassa suorittamaa tutkimusta, jossa selvitettiin biomonitoroinnin käyttöä elektrolyyttisten pintakäsittelylaitosten työntekijöiden altistumistasojen selvittämisessä. Tutkijaryhmä on selvittänyt useiden eri pintakäsittelylaitoksissa työskennelleiden henkilöiden veri- ja virtsanäytteistä saatujen kemikaalipitoisuuksien luotettavuutta sekä eri altistumisreittien vaikutusta havaittuihin pitoisuuksiin. Tutkimuksessa pyrittiin todentamaan sitä, voidaanko kemikaalialtistumista seuraamalla tehdä pysyviä korjaavia toimenpiteitä. Myös työntekijän työtehtävän vaikutusta pitoisuuksiin selvitettiin ja tutkijat myös totesivat sen olevan olennainen osa altistumisreiteissä. Tutkimuksessa biomonitorointinäytteiden lisäksi tutkijat analysoivat käsistä nesteuttona otettuja näytteitä, työntekijöiden hengitysalueen ilman kemikaalipitoisuuksia ja pyyhintänäytteitä eri tartuntapinnoilta, kuten ovenkahvoista ja taukoti-loista. Käsistä kerätyt näytteet antoivat tutkijoille tietoa muun muassa ihon läpi imeytyvästä määrästä sekä tahattomasti suun kautta elimistöön päätyvästä altistuksesta. Hengitysilma-näytteet kuvastivat sitä, kuinka paljon aerosolina tai pienhiukkasina elimistöön kantautui al-tisteita. Pintojen pyyhintänäytteiden avulla pyrittiin osoittamaan ihon kautta tapahtuvaa altis-tumista, joka on usein myös tahatonta. (Beattie ym. 2017, 47-49.)

Tutkimusryhmän saamat tulokset osoittavat kuinka kaikki altistumisreitit ovat mahdollisia ja kuinka jatkossa on kiinnitettävä huomiota tahattomaan altistumiseen muodostuvan laskeuman kautta. Tutkijat toteavat tuloksissa myös seuraavaa:” ... Most sites were found to be controlling exposure, to an adequate standard; this was reflected biomonitoring results. There was some scope for improvement at these sites, but opportunities to make significant exposure reductions were limited.” Vapaasti suomennettuna valtaosassa tehtaista ehkäistiin altistu-mista asianmukaisen standardin mukaisesti, ja se voitiin todeta biomonitorointituloksissa. Jonkin verran parannusta tuloksissa voitiin nähdä, mutta merkittävää altistuksen vähentä-mistä ei ole tehtävissä. (Beattie ym. 2017, 50.)

Lisäksi tutkimuksen aikana tutkijaryhmä havaitsi, että ilmateitse tapahtuva altistuminen on merkittävää ja sitä voidaan vähentää muuttamalla lämpimien metallikylpyjen sekoitustapaa ilmaperusteisesta sekoituksesta mekaaniseen sekoitukseen, jolloin aerosolimaista kaasua ei muodostu yhtä runsain mitoin. Kun tutkimusryhmä kohdensi saman testin kylmiin kylpyihin, ei

selvää vaikutusta aerosolin muodostukseen nähty. Tutkijat totesivat myös käsien kautta tapahtuvan altistumista ja altistumisen tapahtuvan myös tiloissa, joissa ei altisteita käsitellä, kuten sosiaali- ja taukotilat. Näihin tiloihin kemikaalit kulkeutuivat tutkijoiden mukaan työvaatteissa sekä henkilöiden käsistä. (Beattie ym. 2017, 53-54.)

Tutkimusryhmän (Beattie ym. 2017, 54-55) julkaisemassa tutkimusraportissa kerrotaan, kuinka osassa tutkimukseen osallistuneista tehtaista löydettiin niin sanottuja altistumisalueita, joiden kautta voitiin tehdä kohdennettuja korjaavia toimenpiteitä ja näiden korjaavien toimenpiteiden toteuttamista ja käyttöönottoa voitiin perustella juuri altistuksen vähentämisen kautta. Käytettyjä toimenpiteitä oli muun muassa siivouksen tehostaminen sekä työskentelytapojen ja kylpyliuosten sekoitustapojen muutokset. Kaikkia tehtyjä muutoksia tehostettiin lisäämällä henkilökohtaisten suojainten käyttöä.

Edellä mainitun tutkimuksen kaltaista tai siihen verrattavaa tutkimusta ei ole Suomessa tai pohjoismaissa tehty. Tästä syystä opinnäytetyön taustatutkimuksena selvitettiin aiempien vuosien biomonitorointitulosten kautta, kuinka paljon Suomessa tehdään vuositasolla kromiin ja nikkeliin liittyvää biomonitorointeja ja kuinka paljon ylityksiä tapahtuu. Uusimmat saatavilla olevat tulokset on julkaistu vuonna 2013 työterveyslaitoksen tutkijan Mirja Kiilusen toimesta. Kyseisessä aineistotutkimuksesta ”Biological monitoring Annual statistics 2012” selviää, että Suomessa vuotena 2012 työssään kuuden arvoiselle kromille on altistunut noin 27 000 henkilöä ja nikkelille yli 30 000 henkilöä. Kyseisenä vuonna analysoitiin 1746 kappaletta krominäytteitä, joissa 920 kappaleessa altistumattomien viiteraja-arvo ylittyi. Nikkelin kohdalla määrittymiä oli 1512 kappaletta, joissa 353 kappaleessa esiintyi ylitys. Tutkimuksesta käy selväksi myös se, että näytteenottomäärät ovat kasvaneet viimeisen kymmenen vuoden aikana merkittävästi, vaikkei pitoisuudet ole kasvaneet vaan laskeneet samalla ajanjaksolla. (Kiilunen 2013.)

2.4 Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet

HTP-arvot eli Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (538/2018) asettamat haitalliseksi tunnetut pitoisuudet ovat työpaikan ilman epäpuhtauksille asetettuja arvoja, jotka on otettava huomioon työpaikan vaaroja arvioitaessa. Nämä arvot on huomioitava myös työympäristöä suunniteltaessa ja työntekijöiden altistumista ja työhygieenisten mittaustulosten merkityksellisyys arvioinnissa. Olemassa olevan tiedon mukaan pääsääntöisesti terveydelle haitallista vaikutusta ei ilmene, jos ilman epäpuhtauksien määrä pysyy näiden pitoisuuksien alapuolella. Kuitenkin on muistettava, että muun muassa syöpävaarallisuuden osalta ei täysin turvallisia pitoisuuksia voida esittää. Lisäksi Sosiaali- ja terveysministeriön mukaan on huomioitava, että altistuvan henkilön henkilökohtaiset ominaisuudet ja perinnölliset tekijät voivat aiheuttaa herkistymistä jo pienissäkin pitoisuuksissa vaikkei HTP- arvoa olisikaan ylitetty. HTP-arvot on annettu vain hengitysteitse tapahtuvaa altistusta ajatellen ja hengitystavalla on merkitystä

elimistöön kantautuvan kemikaalipitoisuudella. Jos työ on fyysisesti hyvin kuormittavaa ja aiheuttaa raskasta hengitystä tai nopeuttaa hengitystiheyttä, elimistöön kantautuvan kemikaalin määrä kasvaa. Arvoja annettaessa on huomioitu ilmasta johtuva silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytys. (538/2018.)

Sosiaali- ja terveysministeriön asettamia HTP- arvoja on annettu sekä pitkäaikaiseen että lyhytaikaiseen altistumiseen. Tavallisesti HTP-arvo annetaan kahdeksan tunnin aikapainotteisena keskiarvona, jolloin pitoisuus voi ylittää hetkellisesti sallitun arvon, mutta kuitenkin kahdeksan tunnin keskiarvon tulee olla arvon alapuolella. Jos aineelle on annettu 15- minuutin HTP-arvo, ei ylityksiä saa olla kuin kerran tunnissa ja neljä ylitystä 8 tunnin aikana. Lisäksi on aineita, joille on annettu hetkellisen altistuksen HTP-arvo, niin kutsuttu kattoarvo, joka osoittaa aineen välittömästä huumavasta, nukuttavasta tai myrkyllisestä vaikutuksesta. Tätä kattoarvoa ei saa työvuoron aikana ylittää kertaakaan. (538/2018.)

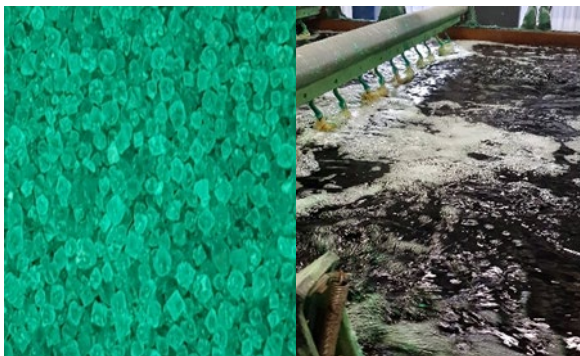
2.5 Tarkasteltavat raskasmetallit

Edellä mainitun kromin käyttöä on Euroopan Unionin REACH (lyhennelmä sanoista Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) asetuksella rajoitettu sen terveydelle ja ympäristölle vaarallisten ominaisuuksien vuoksi (1907/2006). Kromitrioksidin käytöturvallisuustiedotteen mukaan aine on jo pieninä pitoisuuksina hengitettynä myrkyllistä ja altistumien lyhytaikaisesti voi aiheuttaa haavaumia, vesinuhaa sekä verenvuotoa nenästä (AD Käyttöturvallisuustiedote Kromitrioksidi 2017). Hengitetyn kromitrioksidin pitkäaikaisia vaikutuksia ovat muun muassa hengityselinten herkistyminen ja astma sekä keuhkosityöpään sairastumisen kohonnut riski. Lisäksi se voi aiheuttaa nenän väliseinään pysyvän rakenteellisen muutoksen. Ihokosketuksessa kromi on voimakkaasti syövyttävää aiheuttaen haavaumia ja aiheuttaa ihon värjäytymisen viinin punaiseksi tai ruskeaksi. Ihoaltistumisen on todettu johtaneen jopa munuaisvaurioihin ja kuolemaan. Suora kosketus silmiin aiheuttaa vakavia ja pysyviä vaurioita. Kromitrioksidi on tappavan myrkyllistä nieltynä ja jo noin kahden gramman annos voi olla tappava. Kromitrioksidi saattaa heikentää lisääntymisterveyttä ja aiheuttaa raskauden aikana vaaraa sikiölle. Se saattaa myös aiheuttaa perityviä vaurioita perimään. Kuviossa 1 esitetään kromin kiinteä muoto ja nestemäinen elektrolyysiliuos. (AD Käyttöturvallisuustiedote Kromitrioksidi 2017.)



Kuvio 1: Kromitrioksidin kiinteä muoto sekä elektrolyysiliuos (Prosessikuvaus 2019).

Nikkelin vesiliukoinen sulfaattisuola (kemialliselta kaavaltaan NiSO_4) on luokituksestaan hengitettynä syöpää aiheuttava sekä altistuminen hengitysteitse ja ihokosketuksen kautta voi aiheuttaa herkistymistä. Hengitysteitse tapahtuva altistumien aiheuttaa astmaa sekä allergiaoireita. Ihokosketuksessa voi muodostua ihottumaa tai ihoärsytystä. Myös nikkeli on vaarallista sikiölle sekä sen epäillään aiheuttavan perimään vaurioita ja heikentävän lisääntymisriskiä. Nikkelisulfaattikiteet ja elektrolyysiliuos kuvataan kuviossa 2. (Ampere Käyttöturvallisuustiedote Nikkelisulfaatti 2016).



Kuvio 2: Nikkelisulfaatin kiinteä muoto sekä elektrolyysiliuos (Prosessikuvaus 2019)

2.6 Henkilökohtaiset suojaimet

Työturvallisuuslain (738/2002) mukaisesti suojainten tarkoituksena on ehkäistä altisteiden vuoksi tapahtuvaa terveyden heikkenemistä tai sairastumista. Henkilökohtaisten suojainten käyttö on aina viimeinen suojautumiskeino altistuksen vähentämisessä. Ennen henkilökohtaisten suojainten käyttöönottoa on työnantajan pyrittävä teknisin ratkaisun vähentämään työssä esiintyviä altisteita ja vaaroja. Ellei teknisin ratkaisuin ole mahdollista altistetta poistaa työympäristöstä, on työnantajan velvollisuus tarjota työntekijöille henkilökohtaiset suojaimet sekä valvoa niiden käyttöä. Työntekijän velvollisuus on käyttää annettuja suojaimia sekä huolehtia niiden kunnosta ja pyytää rikkoutuneen tai kuluneen tilalle uusi suojain.

Työsuojeluhallinnon (2018) Suojaimet työssä- ohjeistuksen mukaan suojaimet ovat henkilökohtaisia ja ne on valittava siten, että ne sopivat käyttäjälleen. Suojainten on oltava vaatimusten mukaisia ja olla tarkoituksen mukainen kyseiseen työhön. Kaikissa käytössä olevissa suojaimissa tai niiden pakkauksissa on oltava CE-merkintä sekä vakavilta henkilövahingoilta suojaavissa suojaimissa tulee olla tyyppitarkastuksen merkintä. Hengenvaaran torjuntaan, kuten kaasumaisten myrkyllisten aineiden suodattamiseen, tarkoitettuja suodattimia valvotaan ja valvovan laitoksen tiedot tunnistetiedot on merkittävä CE-merkinnän yhteyteen.

2.7 Lainsäädännölliset velvoitteet

Lainsäädäntö asettaa aina, alasta riippumatta, toiminnanharjoittajalle huolehtimis-, tarkkailu- ja selvillä olo -velvollisuudet, joiden tarkoituksena on suojella työntekijöitä ja ympäristöä haittatekijöiden negatiivisilta vaikutuksilta. Lisäksi laajamittaista kemikaalien käsittelyä harjoittavien yritysten tulee tehdä toimintaansa kuvaavia selvityksiä sekä ohjeita onnettomuustilannetoiminta varten sekä ennalta varautua ei toivottuihin tapahtumiin. Näiden kirjallisten dokumenttien sekä vuosittaisten raportointien avulla viranomaiset antavat toiminnanharjoittajille eri asteisia toimenpidekehotuksia, joiden avulla toiminnan turvallisuutta pyritään parantamaan. Koska toimeksiantajan ihmisen terveydelle vaarallisten ja ympäristölle haitallisten kemikaalien määrä ylittää turvallisuusselvityslaitoksen luparajat, toiminta on ympäristöluvan varaista sekä valvonnan alaista toimintaa. Toiminnan valvontaa osallistuvat useat eri viranomaiset, kuten työsuojeluviranomaiset, ympäristönsuojeluviranomaiset sekä Turvatekniikan keskus.

Toimeksiantajaa velvoittaa työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden osalta useat eri lait ja asetukset, joiden päätarkoituksena on suojella työntekijöiden turvallisuutta ja terveyttä. Kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005) velvoittaa toimeksiantajaa suojaamaan henkilöstön turvallisuutta ja terveyttä käytännöllisin toimin ja on velvoittavaa lainsäädäntöä. Kyseinen laki velvoittaa myös toimeksiantajan olemaan selvillä esiintyvistä vaaroista ja uhista, joita kemialliset altisteet aiheuttavat. Koska monet toimeksiantajan käytössä olevista kemikaaleista ovat syöpää aiheuttavia tai niiden epäillään aiheuttavan syöpää, niiden käyttöä ohjataan lainsäädännön kautta siten, että pyrkimyksenä on vähentää niiden käyttöä ja korvata ne vähemmän haitallisilla tuotteilla. Lisäksi syöpävaarallisille aineille altistuvia työntekijöiden lukumäärää ja altistuspäiviä seurataan vuosittaisella raportoinnilla perustuen lakiin Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteristä (717/2001), johon useimmat toimeksiantajan työntekijät ilmoitetaan.

Työturvallisuuslaissa (738/2002) esitetään kemiallisia tekijöitä koskevat ensisijaiset säädökset ja tätä lakia täydentää valtioneuvoston asetus (715/2001) Kemiallisista tekijöistä työssä. Näiden lisäksi ohjaavana lainsäädäntönä ovat myös Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haital-

liseksi tunnetuista pitoisuuksista (538/2018) sekä Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (716/2000) ja työministeriön päätös syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä (838/1993). Lisäksi työterveyshuoltolaki (1383/2001) sekä valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä (1485/2001) ohjaavat toimeksiantajaa biomonitorointien järjestämisessä. Tässä opinnäytetyössä ei huomioida lainsäädäntöä, joka koskee ympäristöturvallisuutta eikä niitä lakeja ja asetuksia, jotka koskevat raskaana olevien henkilöiden raskauden aikaista työsuojelua, kuten Sairausvakuutuslaki ja siihen liittyvät Valtioneuvoston asetukset koskien erityisäitiysvapaata.

3 Opinnäytetyön tekijän tietoperusta

Tekijän tietoperustan rakentaminen kemikaaliturvallisuuden osalta on alkanut useita vuosia ennen opinnäytetyön aloittamista. Tekijällä on ammattitutkintona kemian laborantin sekä ympäristötekniikan insinöörin tutkinnot, jotka molemmat ovat sisältäneet huomattavan määrän kemikaaleihin ja työturvallisuuteen liittyviä opintoja. Lisäksi tekijä on toiminut pintakäsittelyalalla noin viidentoista vuoden ajan eri tehtävissä, kuten pintakäsittelylaitoksen laboratoriossa. Työtehtäviensä kautta tekijällä on vahva lainsäädännöllisten vaatimusten tuntemus sekä hyvä osaaminen työterveys- ja turvallisuusstandardista SFS- ISO 45001:2018 Työterveys ja työturvallisuusjärjestelmät Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeet (2018).

Tätä tutkimusta varten tekijä etsi lisätietoa pintakäsittelyalan kotimaisista ja ulkomaisista julkaisuista sekä tutkimuksista, jotka liittyivät kemikaalialtistumisen mittaamiseen. Näistä merkittävimmät tutkimukset tämän opinnäytetyön kannalta olivat tutkimusryhmä Beattie ym. tutkimus ”The use of bio-monitoring to assess exposure in the electroplating industry” vuodelta 2017 sekä uusimmat altistumista kuvaavat tiedot vuodelta 2012 Mirja Kiilusen tutkimuksena ”Biological monitoring Annual statistics 2012”.

Työhygieniää käsittelevät julkaisut ”Työhygieniä Kemiaalliset ja Fysikaaliset tekijät”, kirjoittajina Salme Rantanen ja Rauno Pääkkönen (2008), sekä Työturvallisuuskeskuksen ”Työhygieniä Kemiaalliset, biologiset ja fysikaaliset altisteet” vuodelta 2015 toimivat lisätukena arviointien suorittamisessa. Biomonitorointitulosten arviointia varten tekijä perehtyi Robert R. Lauwerysin ja Perrine Hoetin vuonna 2001 julkaisemaan teokseen ”Industrial Chemical Exposure Guidelines for Biological Monitoring” sekä Peter Dahlen-Larsenin (2004) kirjoittamaan oppaaseen ”Vaikuttavuuden arviointi”. Biomonitorointitulosten vertailussa käytettiin pohjatietona Työterveyslaitoksen (2014) julkaisemaa opasta ”Biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella”, jota toimeksiantaja yhdessä työterveyshuollon kanssa käyttävät monitorointitulosten tulkintaan.

4 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimuksellinen osio perustui empiiriseen kausaaliseen tutkimukseen, eli kokemusperäiseen selittävään tutkimukseen, jossa sekä kvalitatiivisten ja kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien avulla pyrittiin samaan syyn ja seurauksen kautta positiivinen vahvistus tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuudesta (Heikkilä 2014). Metropolia ammattikorkeakoulun liiketalouden lehtori Pertti Vilpaksen vuoden 2018 julkaisun Kvantitatiivinen tutkimus mukaan tutkimusprosessissa voidaan esittää olevan viisi päävaihetta, jotka voidaan löytää useimmista tutkimustöistä. Ensimmäisessä vaiheessa asetetaan tutkimusongelmaan ratkaisua etsivä kysymys, johon voi liittyä alakysymyksiä. Tutkimuskysymyksen tyyli voi jo ohjata tutkimusmenetelmien valintaa. Jos tutkimuskysymykseen asetetaan määrää osoittavia termejä, kuten kuinka monta tai missä määrin, haluttu tieto liittyy määrälliseen tutkimukseen. Jos taas käytetään kokemusperäiseen tietoon liittyviä termejä, kuten vaikuttavuus tai motivaatio, pyrkimyksenä on selvittää laadullisia asioita eli käytössä on kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmät. Tämän jälkeen laaditaan tutkimussuunnitelma, joka ohjaa tutkimuksen kulkua ja toimii aikatauluna. Kolmasvaihe liittyy aineiston keräämiseen. Sen aikana laaditaan tarvittavat tutkimuslomakkeet sekä kerätään aineisto kokoon eri lähteistä. Neljännessä vaiheessa aineisto käsitellään tutkimukseen sopivilla tavoilla. Käsittelyssä pyritään saamaan vastaus esitettyyn tutkimuskysymykseen ja mahdollisiin alakysymyksiin. Viidennessä ja viimeisessä vaiheessa tehtyä tutkimusta ja saatuja tuloksia arvioidaan kokonaisuudessaan ja niiden avulla tehdään johtopäätöksiä, jotka vastaavat tutkimuskysymykseen. (Vilpas 2018.)

Lehtori Vilpaksen (2018) aineiston perusteella tavallisimmin kvantitatiivinen tutkimus, eli määrällinen tutkimus, pyrkii osoittamaan aineistossa tutkimuskysymyksiin liittyvien asioiden lukumääriä tai prosenttiosuuksia ja tutkimustulokset esitetään yleensä numeerisina suureina, jolloin voidaan todeta tutkimustyylin perustuvan mittaamiseen. Hyvin usein kvantitatiivisen tutkimuksen tulokset saadaan aikaan tilastotieteellisen käsittelyn avulla ja ne esitetään graafisesti. Tämä tutkimustyyli vaatii kohtuullisen suuren otannan tai tietomäärän, joka tavallisesti kerätään määriteltuihin tutkimuslomakkeisiin. Kvantitatiivisella tutkimuksella saadaan tavallisesti kartoitettua hyvin vallitseva nykytilanne, mutta vallitsevaan olotilaan johtaneita syitä ei voida selvittää.

Kvalitatiivista tutkimustyyliä, eli laadullista tutkimusta, käytetään usein tukemaan kvantitatiivista tutkimusta. Toisin kuin kvantitatiivinen, kvalitatiivinen tutkimus keskittyy pieneen tutkimusotantaan ja sen avulla pyritään ymmärtämään syitä ja seurauksia. Sen tiedonkeruumenetelmät eivät ole yhtä tarkkaan jäsenneltyjä kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa ja niiden avulla pyritään selvittämään ilmiöihin liittyviä ihmisten kokemusperäisiä tietoja. Aineisto kerätään useimmiten erityyppisillä haastatteluilla, jotka perustuvat puolistrukturoituihin tai strukturoituihin kysymyksiin, ja havainnoinneilla, joissa pyritään todentamaan tutkittavaan

ilmiöön liittyviä seikkoja. Tämän tyyppinen tutkimus soveltuu erittäin hyvin toiminnan kehittämiseen, joka oli yksi tämän opinnäytetyön tavoitteista. (Tuomivaara 2005.)

Toiminnanharjoittajan työterveyshuollon kautta saatuja biomonitorointituloksia käsiteltiin tilastollisesti taulukkolaskentaohjelmalla regressioanalyysin tavoin. Regressioanalyysissä tavoitteena on tutkia selittävän muuttujan aiheuttamia muutoksia mitattavassa tekijässä. Voidaan pyrkiä esimerkiksi saamaan vastaus siihen, onko työmenetelmän muutoksella vaikutusta biomonitorointitulokseen. Lisäksi niitä käsiteltiin syyseuraus analyysin avulla pyrkimyksenä saada näkyviin kauseliteetti kahden eri tapahtuman välillä, toisin sanoen tehdyn toimenpiteen vaikutus biomonitorointitulokseen pitkittäistutkimuksen tyyppisesti. Pitkittäistutkimuksessa pyritään saamaan vahvistus tehtyjen muutosten vaikuttavuudesta tarkkailtavaan ilmiöön pitkän aikajakson, jopa vuosikymmenten, aikana. (Syyseuraussuhteiden osoittaminen 2015).

Toimeksiantajalta saatua kirjallista materiaalia käsiteltiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla ja tällä menetelmällä tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään muutosten vaikutus käytössä olevaan kirjalliseen dokumentaatioon ja sitä kautta myös toimintatapoihin. Kirjailijoiden Jouni Tuomen ja Anneli Sarajärven teoksen Laadullinen tutkimus ja Sisällönanalyysi (2018, 111-113) mukaan sisällönanalyysissä sana dokumentti tulee käsittää hyvin laajasti ja dokumenttina voi toimia vaikkapa sähköposti, keskustelu, kokousmuistio tai mikä muu tahansa kirjalliseen muotoon saatettu materiaali. Sisällönanalyysitermillä voidaan tarkoittaa sekä sanan mukaisesti sisällön analyysiä tai sisällön erittelyä, jossa aineiston käsittelyä jatketaan siihen asti, kunnes aineistosta voidaan tuottaa määrällisiä tuloksia.

Tuomen ja Sarajärven (2018, 117-202) mukaan laadullisella, eli induktiivisella, aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä pyritään saamaan aikaan mistä tahansa kirjallisessa muodossa olevasta datasta selkeää, tiivistä ja yhtenevää tietoa, jonka avulla pyritään osoittamaan jokin teorian taikka olemassa oleva tiedon paikkaansa pitävyys. Tällöin mahdollisesti sekavaan ja toisistaan hyvinkin irrallaan olevaan aineistoon luodaan selkeys loogisella päättelyllä ja tulkinnalla. Prosessissa voidaan osoittaa olevan kolme eri vaihetta, joissa aluksi aineisto pelkistetään eli redusoidaan, tämän jälkeen aineisto jäsenellään uudelleen teema- tai tukisanojen avulla ja lopuksi suoritetaan teoreettisten käsitteiden luominen. Tämän tyyppistä uudelleen järjestelyä voidaan kutsua teemoitteluksi.

Tässä tutkimustyössä aineistoanalyysiä lähestyttiin teemoittelun kautta, jonka tarkoituksena on tuoda esiin tutkimuskysymyksiä valaisevia tekijöitä, jotka voivat olla aiheeseen yhdistäviä tai erottelevia tekijöitä. Teemoittelu muistuttaa aineiston luokittelua, mutta menetelmässä korostetaan aineiston sisältöä lukumäärän sijaan. Teemoittelussa aineistoa pilkotaan pienempiin osiin valittujen analyysiyksiköiden avulla, jolloin muodostuu niin sanottuja jäsenyyksiä tai teemakortistoja. Teemakortistot voivat muodostua joko yksittäisen sanan, termin, lauseen taikka kappaleen avulla, riippuen tutkijan omasta harkinnasta sekä aineiston laajuudesta.

Teemoittelun vaikeutena on kattavan teemakirjaston tekemisen mahdottomuus, jolloin osa aineistosta jää osittain tulkitsematta. Myös teemakirjaston pituus voi heikentää teemoittelun toteuttamista. Liian lyhyellä kirjastolla ei kyetä kattamaan tutkimusaineistoa kokonaisuutena, mutta liian pitkällä kirjastolla teemoittelusta tulee monimutkaista ja vaikeasti hallittavaa. (Sarajärvi & Tuomi 2017, 114-123.)

Henkilöiden kokemusta jostakin ilmiöstä, tapahtumasta tai sellaisen vaikutuksesta yksilön omaan toimintaan voidaan selvittää tarkemmin erilaisten haastatteluiden avulla ja menetelmä tukee usein muita tutkimusmenetelmiä, kuten havainnointia ja aineistanalyysiä. Haastatteluiden kirjo on valtaisa ja niitä voidaan toteuttaa esimerkiksi teemahaastatteluina, ryhmä- tai yksilöhaastatteluina ja haastattelun tekninen toteutus voi olla sähköinen kysely, kirjallisesti lomakkeen avulla tai puhelimitse tai kasvokkain. Yleisesti ottaen kaikki haastattelutyytit ovat aineiston keräämisessä hyvin joustavia menetelmiä ja ne ovat sovellettavissa useisiin eri tutkimustyyppisiin. Haastatteluiden etuina ovat muun muassa aineiston keräämisen nopeus ja helppous etenkin verkossa toteutettavien haastatteluiden osalta. Haastatteluiden haasteena on vastausten tallentaminen riittävällä tarkkuudella ja lopulta vielä vastausten jäsentelyt ja analysoinnit vaativat aikaa sekä järjestelmällisyyttä. Kaikissa haastattelumuodoissa on huomioitava se, että haastateltava on kohde, jonka kokemuksia tai tuntemuksia pyritään selvittämään. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Haastattelurakenne voi olla avoin, puolistrukturoitu tai strukturoitu. Avoimessa haastattelussa, jota käytetään usein ryhmähaastattelussa, vain ylätasoinen aihe on annettu ja tiedonkeruu tapahtuu avoimen keskustelun kautta. Haastattelija johtaa keskustelua ja pyrkii pitämään keskustelun käynnissä, mutta ei vaikuta sen sisältöön tai kulkuun. Puolistrukturoidussa haastattelussa esitetään kaikille haastateltaville samat tai melkein samat kysymykset. Kysymysten järjestystä voidaan hieman vaihdella, mutta vastaukset ovat avoimia henkilön kertomia asioita. Haastattelun tallentamiseen tulee tutkimuksen aikana kiinnittää erityistä huomiota, jotta vastauksiin voidaan myöhemmin palata. Strukturoitu haastattelu on tarkkaan määritelty lomakehaastattelu, jossa kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Vastaukset tallentuvat lomakkeelle, joten dokumentaatio syntyy haastattelutilanteessa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Päivi Hannilan ja Päivi Kyngäksen opinnäytetyössä Teemahaastattelu laadullisessa tutkimuksessa vuodelta 2008 kuvataan teemahaastattelun käyttöä aineistonkeruumenetelmänä. Heidän mukaansa teemahaastattelussa haastattelun aihe on etukäteen selvillä ja haastattelukysymykset ovat etukäteen määriteltä, mutta niiden järjestys voi vaihdella ja osa niistä voidaan myös jättää kokonaan pois. Teemahaastattelussa lähtökohtana katsotaan olevan se, että haastateltava tuntee ja ymmärtää aiheen syvällisesti ja pystyy kertomaan siihen liittyviä omia kokemuksiaan tai mielipiteitään. Teema- ja henkilökohtaiset haastattelut sopivat edellä mai-

nitusta syystä erityisesti asiantuntijoiden haastatteluun, joita ovat muun muassa ammattihenkilöstö. Teemahaastatteluiden avulla voidaan helposti kerätä kvalitatiivista tietoa, joka on yksilön subjektiivinen kokemus haastattelun aiheesta.

Haastatteluissa ilmi tulleita asioita voidaan arvioida laadullisesti sisällön arvioinnin kautta teemoittelua sekä luokittelua apuna käyttäen. Analyysissä on otettava huomioon se, että kokemukset ovat subjektiivisia, eikä niitä voida toistaa. Haastatteluhetkellä annettu vastaus ei välttämättä ole samankaltainen toistettaessa haastattelu, sillä haastatteluihin osallistuvien henkilöiden mielialat ja fyysiset viireystilat vaikuttavat sekä haastateltavan antamaan vastaukseen että haastattelijan tekemään välittömään tulkintaan ja tapaan dokumentoida vastaus. On myös pidettävä mielessä, että myös tutkijan tunne- ja viireystilat analyysin aikana vaikuttavat saatuihin päätelmiin. (Ojasalo, Moilanen, Ritalahti 2009, 95.)

Työntekijöiden käytöstä voidaan tutkia strukturoidulla piilohavainnoinnilla, jonka avulla pyritään keräämään tietoa henkilöiden käytöksestä ja käyttäytymisen vaikutuksesta tutkittavaan aiheeseen. Havainnointi toimii usein myös haastatteluista tukevana tutkimusmenetelmänä, jolla voidaan saada vahvistus tai kumoavaa tietoa yksilön ja yhteisön omasta kertomasta. Havainnointia tutkimusmenetelmänä mahdollistaa pääsyn suoraan tutkittaviin tilanteisiin, jotka voivat olla hyvin nopeita muutoksissaan taikka hyvin vaikeasti ennakoitavissa. Havainnointia voidaan tehdä joko osallistuvalla tai ei-osallistuvalla tavalla, joista osallistuvassa menetelmässä havainnoitsija osallistuu aktiivisesti havainnoitavaan toimintaan, kun taas ei-osallistuvassa tavassa havainnoitsija pysyy vain tarkkailijana. Jälkimmäistä menetelmää voidaan nimittää myös piilohavainnoinniksi. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

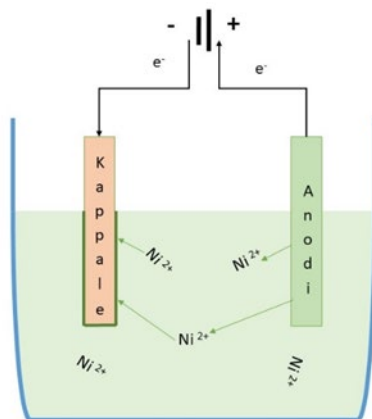
Piilohavainnoinnissa havainnointi tapahtuu aina kentällä, aidoissa olosuhteissa tutkittavia kohteiden keskellä. Havainnoin aikana havainnoitsija ei pyri vaikuttamaan tarkasteltavien henkilöiden käytökseen eivätkä tarkkailtavat välttämättä ole tietoisia havainnoinnin suorittamisesta. Piilohavainnoinnilla saadaan luotettavaa tietoa henkilöiden käyttäytymisestä, sillä he eivät tietoisesti pyri muuttamaan käytöstään tutkimustilanteen vuoksi. Toistamalla havainnointi voidaan saada tietoa siitä, onko tarkkailtavan kohteen käytös samankaltaista eri kerroilla vai vaikuttaako tarkkailijan läsnäolo jollakin tasolla tarkkailtavaan. Havainnointitilanteessa on kuitenkin huomioitava eettiset ja juridiset näkökulmat, jotta yksittäistä henkilöä ei voida tunnistaa taikka esittää negatiivisessa valossa tutkimustuloksien kautta. Piilohavainnointi on erityisesti eettiseltä kannalta tarkasteltuna epävarmaan, sillä tarkkailtavilta henkilöiltä ei ole saatu lupaa tutkimukselle eivätkä he siten ole tietoisia tutkimuksen kohteeksi joutumisestaan. (Kananen 2015, 134-142.)

Työhygieenisten mittausten, joita ovat tässä tutkimuksessa pyyhintänäytteet, avulla voidaan pyrkiä selvittämään tahattoman altistuksen kautta tapahtuvaa kemiallisten altisteiden siirtymistä elimistöön. Työturvallisuuskeskuksen (2015) mukaan hygieniamittauksia voidaan tehdä

muun muassa aine- tai hiukkaspitoisuuksia määrittämällä ilmasta, pintojen pyyhintänäytteistä, laskeumanäytteiden tai nesteuuttonäytteiden avulla. Pyyhintänäytekerailyssä tutkittavan pinnan tarkkaan määritelty alue pyyhitään tietyn kokoisella paperipyyhkeellä tietyllä pyyhintätavalla, jolloin tutkittavalle pinnalle kertyneet pienhiukkaset kiinnittyvät paperipyyhkeeseen, josta niiden pitoisuus määritellään soveltuvalla analyysitekniikalla. Soveltuvia analyysitekniikoita ovat muun muassa erilaiset atomien absorptioon tai atomien erotteluun perustuvat tekniikat, joista jonkin tutkiva laboratorio on ottanut käyttöönsä.

5 Elektrolyyttinen pintakäsittelyprosessi

Jotta tämän opinnäytetyön aikana tehdyt tutkimukset avautuvat lukijoille selkeämmin, lukijan tulee yleisellä tasolla ymmärtää myös elektrolyysiprosessi. Elektrolyytissä pintakäsittelyssä sähkövirran avulla toinen metalli pinnoitetaan elektrolyyttiliuoksessa olevilla metallioneilla, jolloin alkuperäiseen kappaleeseen syntyy uusi pintametalli. Elektrolyysin yksinkertainen toimintaperiaate esitetään kuviossa 3.

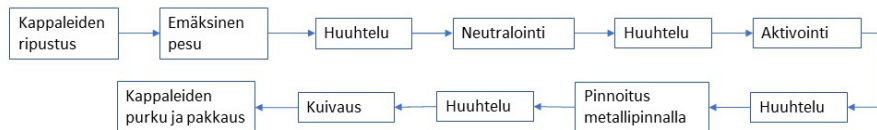


Kuvio 3: Elektrolyysin toimintaperiaate (Opinnäytetyön tekijä 2019)

Pintametalleja voidaan elektrolyysissä muodostaa useita kerroksia omista elektrolyysialtaistaan, kuten vaikkapa nikkelikromi- tai kuparitinapinnat. Tavallisimpia elektrolyyttisiä pinnoituksia ovat sähkösinkki, niklaus, tinaus, kromaus, kuparointi ja hopeointi. Näitä kaikkia pintoja voidaan valmistaa toimeksiantajan elektrolyyttisten pinnoitteiden yksikössä.

Aurajoki Oy:n prosessikuvauksen (2019) mukaan pinnoitusprosessi alkaa kappaleiden telineisiin sidonnalla tai ripustamisella, jonka jälkeen ne johdetaan esikäsittelyihin. Esikäsittelyissä kappaleet pestään voimakkaasti emäksisissä liuoksissa puhtaaksi metallin työstö- ja leikkuunesteistä sekä mahdollisista irtolikahiukkasista. Tämän jälkeen kappaleet huuhdellaan ja neutraloidaan happokäsittelyssä. Neutraloinnin jälkeen pinta aktivoidaan, jotta elektrolyysi onnistuu. Tämän jälkeen kappaleet upotetaan elektrolyyttiliuokseen ja niihin johdetaan

pinta-alan avulla laskettu pinnoittamiseen tarvittava virta. Kappaleiden annetaan olla elektrolyytissä, kunnes haluttu pinnanpaksuus on saavutettu. Aika voi vaihdella huomattavasti muutamista minuuteista tuntiin ja jopa sen yli. Tämän jälkeen kappaleet huuhdellaan puh-
taaksi, kuivataan, irrotetaan telineistä ja pakataan asiakkaalle lähetettäväksi. Prosessikuvaus esitetään kuviona alla, kuvio 4.



Kuvio 4: Pinnoitusprosessin kuvaus (Aurajoki Oy 2019)

5.1 Kemikaalialtistuminen toimeksiantajan työtehtävissä

Toimeksiantajan riskienarvioinnin mukaan kemikaalialtistuminen tapahtuu tavallisimmin elektrolyyttiliuoksia täydennettäessä kiinteillä kemikaaleilla ja huollettaessa prosessilaitteistoja (muun muassa suodattimia, anodikoreja ja ripustustankoja) sekä valmiiden kappaleiden purkuvaiheessa. Täydennys- ja huoltotöissä altistuminen tapahtuu ihon ja hengityksen kautta, jolloin ilmaan vapautuneet, pölyävät kemikaalien pienhiukkaset leijailevat ilmassa sekä kulkeutuvat hengitettynä hengityselimiin ja lisäksi tarrautuvat tai laskeutuvat kaikille pinnoille, kuten vaatteisiin ja hiuksiin sekä näkyvälle iholle. Jos työ on fyysisesti raskaasta tai tapahtuu kovin lämpimissä tai kosteissa olosuhteissa aiheuttaen hikoilua, pienhiukkaset takertuvat ihoon ja kosteaan vaatetukseen lujemmin kasvattaen kemikaalipitoisuutta. (Riskienarviointi 2019.)

Työvaatteiden kautta kemikaalit kantautuvat iholle muun muassa kulkeutumalla vaatetuksen läpi ja/tai varisemalla ja pölisemällä hengityskorkeudelle ja kulkeutumalla käsille tahattomien kosketusten, kuten erilaisten pyyhkäisyjen takia, josta ne kulkeutuvat tahattoman kosketuksen kautta suuhun ja muualle kasvojen alueelle. Altistumisen kestoa pidentää myös kemikaalihiukkasten tarttuminen työvaatetukseen ja niistä siirteiden kautta joutuminen siviilivaatteisiin, jolloin altistusaika kasvaa merkittävästi alueelle. Myös kemikaaliroskeet ovat mahdollisia, joiden jälkeen altistuminen on ensiavuksi suoritettuna huuhtelun vuoksi vähäistä. (Riskienarviointi 2019)

Voimakkaampaa, erittäin pitkäkestoista sekä huomaamatonta altistumista hengityksen kautta tapahtuu, kun lämpimistä prosessialtaista haihtuvat kemikaaliuaurut jäähtyvät ja laskeutuvat muodostaen pienhiukkasista koostuvaa pölyä. Tällöin pinnoille muodostunut, silmälle näkymätön kemikaalipöly kantautuu tiedostamattomassa käsittelyssä elimistöön. Tällaista tiedostamatonta altistumista voi olla esimerkiksi työpisteessä säilytettävien työohjeiden selaaminen

ilman suojakäsineitä. Kemikaalihuurua myös hengitetään, vaikka tehdashalleissa on tehostettu ilmanvaihto. On myös huomioitava, että työntekijän omalla käytöksellä ja hygieniasta huolehtimisella on suuri vaikutus altistumistapahtumaan. (Riskienarviointi 2019.)

5.2 Toimeksiantajan henkilöstön suojavälineet

Toimeksiantajan työssä käytettävien suojainten valinnassa noudatetaan useiden eri standardien asettamia vaatimuksia. Näitä standardeja ovat muun muassa SFS-EN 166 Henkilökohtainen silmien suojaus Vaatimukset, EN 374 osat 1-3 Kemikaalinsuojakäsineet, EN 388 Mekaanisilta vaaroilta suojaavat käsineet ja EN 934-1 Suojavaatetus nestemäisiä ja kiinteitä kemikaleja mukaan lukien nestemäiset aerosolit ja kiinteät partikkelit. Näistä kaikista on laadittu yrityksen sisäinen toimintaohje Suojainten valintaa ohjaavat kriteerit, jonka avulla suojavälineiden valintaa sekä ohjataan vaatimusten mukaisesti että helpotetaan tiedon saatavuutta. (Suojainten valintaa ohjaavat kriteerit 2019.)

Toimeksiantajan työhön liittyvää suojautumista kuvataan turvallisuusohjeessa (2019) ja sen mukaan yrityksen toimipisteissä on käytössä tehtäväkohtainen työvaatetus, joka yhtenä tarkoituksena on suojata kemikaaliroiskeilta ja metallin työstö- ja leikkuunesteiltä. Pinnoituslinjan henkilöstön työvaatetus on materiaaliltaan puuvillaa ja huolto- ja kunnossapidon henkilöstön työvaatetuksen materiaali on puuvillan ja teknisen kuidun sekoite. Kunnossapidon henkilöstön vaatetuksessa on otettu huomioon myös palosuojaus tulitöiden osalta. Lisäksi käytössä on useita eri hanskatyyppejä riippuen työtehtävästä. Pääasiallisesti ripustustyössä käytetään puuvillaisia käsineitä ja suojakäsineitä. Kemikaalilisäyksiä varten on muovikäsineitä, joiden materiaali vaihtelee työtehtävästä ja käsiteltävästä kemikaalista riippuen. Kaikilla työntekijöillä on linjatyöskentelyssä käytössä silmä- tai kasvosuojaimet riippuen työntekijän omasta valinnasta. Kemikaalihuolloissa kasvot suojataan aina kasvosuojaimella samoin kuin huolto- ja kunnossapitotehtävissä, joissa ilmenee kemikaaliroiskevaara. Osalle työntekijöitä on myös hankittu suojalasit vahvuuksilla. (Turvallisuusohje 2019.)

Lisäksi työpisteiden melutason mukaan on käytössä kuulosuojaimia, vaikkakin niiden käyttöä suositellaan tuotantotiloissa yleisesti. Tuotantotiloissa tulee kaikilla henkilöillä olla turvajalkineet ja näiden lisäksi käytetään tietyissä työtehtävissä saappaita. Kemikaalihaalareita ja suojapukuja on saatavilla erityistehtäviin, kuten allaspuhdistuksiin ja kylpyliuosten valmistukseen. Saatavilla on myös moottoroituja raitisilmasuodattimia sekä kaasunaamareita, suodatin tyyppillä ABEK-P3, joka suodattaa sekä kiinteitä että nestemäisiä vaarallisia hiukkasia että orgaanisten, epäorgaanisten ja happamien aineiden sekä ammoniakkin kaasut ja höyryt. (Turvallisuusohje 2019.)

Lisäksi uusia suojaimia on varastoituna tuotantotiloissa, jotta rikkoutuneet välineet voidaan korvata välittömästi uusilla välineillä. Suojavälinetyyppejä ja laatuja on useita, joista työntekijät Työntekijät vastaavat itse henkilökohtaisten suojavälineiden puhtaudesta, käyttöön seurannasta ja vaihtamisesta suojavälineiden käyttöohjeiden mukaan. (Turvallisuusohje 2019.)

6 Tutkimustulokset

Tässä luvussa avataan opinnäytetyön aikana tehtyjen tutkimusten lopputuloksia ja sitä, kuinka niihin on päädytty. Luvussa ei oteta kantaa tulosten oikeellisuuteen vaan käydään enemmänkin läpi tuloksiin päättymisen prosessia. Tulosten oikeellisuutta arvioidaan luvussa 9 Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja tulosten oikeellisuuden arviointi sivulta 35 alkaen.

Koska opinnäytetyön tutkimuskysymykset liittyivät voimakkaasti ihmisten käytökseen ja mieli-kuvaan omasta käytöksestä, päädyttiin käyttämään useampaa tutkimusmenetelmää, joiden voitiin olettaa tukevan toisiaan sekä varmentavan tutkimustuloksia. Päämääränä useamman tutkimusmenetelmän käytöllä oli vahvistaa tehtyjen johtopäätösten oikeellisuutta ja myös varmistua siitä, että mahdollisesti toimeksiantajalle annettavat toimenpide-ehdotukset kohdistuvat kemikaalialtistusta aiheuttavaan toimintaan.

6.1 Biomonitorointitulokset

Toimeksiantajan työntekijöiden biomonitorointi on tehty virtsanäytteistä, jotka on kerätty yhden kokonaisen työviikon työssä altistumisen jälkeen. Näytekeräily on tapahtunut työntekijöiden toimesta viikon viimeisen työvuoron päätyttyä. Tämän jälkeen näytteet on toimitettu työterveyslaitokselle analysoitavaksi Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaisesti. Näyteastiat ja analyysitulokset työntekijöille on toimittanut työterveyshuolto.

Tätä opinnäytetyötä varten työterveyshuolto toimitti koonnin vuosien 2017-2019 biomonitorointi tuloksista sähköisenä tiedostona, siten ettei yksittäistä työntekijää voitu tuloksista tunnistaa. Saatu aineisto kattoi kaikki kromille altistuvat henkilöt, mutta nikkelille altistuvista henkilöistä kaksi jäi otannan ulkopuolelle johtuen työtehtävien vaihtelusta ja näytteenoton jaksottaisuudesta. Yhteensä tuloksia saatiin neljätoista kappaletta. Yksi tulos vastaa yhtä työntekijää, joka voitiin päätellä saadusta pitoisuuksista. Jos näytteiden pitoisuudet olisivat jollakin henkilöllä kohonneet, olisi näytteenottotiheyttä muutettu. Tulokset saatiin vuositasoinen jaottelulla, jolloin voitiin jollakin tasolla asettaa tulokset aikajanelle vertailua varten.

Näitä mitattuja pitoisuuksia verrattiin lisäksi Työterveyslaitoksen asettamiin bioindikaattoreiden viiteraja-arvoihin, jotka työnantajan tulee ottaa huomioon arvioidessaan työntekijöiden altistumista sekä biomonitorointitulosten oikeellisuutta Valtioneuvoston asetuksen 715/2001 Kemialliset tekijät työssä mukaisesti. Työterveyslaitoksen mukaan kromilla altistumattomien

raja-arvo oli 0,01 µmol/l ja toimenpide raja-arvo 0,2 µmol/l sekä nikkelillä altistumattomien 0,05 µmol/l ja toimenpide 0,2 µmol/l.

Saadut tulokset esitetään seuraavalla sivulla taulukossa 1. Biomonitorointitulokset.

Vuosi		Nikkeli µmol/l	Kromi µmol/l
2017	Näyte 1	0,07	0,04
	Näyte 2	0,04	0,03
	Näyte 3	0,01	0,01
	Näyte 4	0,01	0,04
2018	Näyte 5	0,05	0,01
	Näyte 6	0,01	0,01
	Näyte 7	0,05	0,01
	Näyte 8	0,07	0,03
	Näyte 9	0,06	0,01
	Näyte 10	0,01	0,01
	Näyte 11	0,01	0,01
2019	Näyte 12	0,03	0,01
	Näyte 13	0,05	0,02
	Näyte 14	0,04	0,03

Taulukko 1: Biomonitorointinäytteiden tulokset

Biomonitorointituloksista nähtiin, että usealla työntekijällä altistumista oli jonkin verran, muttei kuitenkaan yhdelläkään 14:sta näytteen antaneesta työntekijästä kummankaan mitatun kemikaalin pitoisuus ei ollut lähellä toimenpiderajaa. Kaikki mitatut arvot olivat alle 25-prosentin lisäystä altistumattomien henkilöiden viitearvosta ja siten mittauksia tulee toistaa kahden- kolmen vuoden välein. Saaduista tuloksista voidaan päätellä, että suojavälineet toimivat hyvin, mutta altistusta silti jonkin verran esiintyy. Päätelmiä siitä, onko altistuminen tahatonta, ei voitu näiden tulosten perusteella tehdä, mutta joitakin viitteitä tahattomuudesta saatiin kaikkien tutkimusten yhteispäätelmänä. Näiden tulosten perusteella ei myöskään voitu tehdä vertailua tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksesta altistumiseen, sillä pitoisuudet olivat joka mittauksessa niin matalia, ettei suoraa syy-seuraussuhdetta kyetty näkemään. Aineiston vähäisyyden vuoksi ei näitä tuloksia voida pitää tämän opinnäytetyön kannalta kovin merkittävinä, mutta voidaan todeta pitoisuuksien laskeva suunta.

6.2 Havainnointi

Havainnoimalla työntekijöiden käytöstä pyrittiin selvittämään toimivatko henkilöt annettujen ohjeiden mukaisesti työn eri vaiheissa ja tauoille lähdetessä. Havainnointitulokset kirjattiin havainnointipöytäkirjaan, joka esitetään liitteessä 1. Havainnoinnit suoritettiin eri vuorokauden aikoina, jotta saataisiin selville henkilöiden vireystilan vaikutus käyttöön ja ohjeiden noudattamiseen. Lisäksi havainnointi suoritettiin joka työvuorolle kolme kertaa, jotta saatiin selville, oliko käyttäytyminen satunnaista vai vakiintunut tapa toimia. Havainnointi tehtiin

kuudelle tuotantolinjalla työskentelevälle henkilölle, koska kunnossapidon henkilöstön liikkuvuus tehdasalueella esti havainnoinnin.

Havainnointitilanteista ei kerrottu henkilöstölle, jotta käyttäytyminen oli luontevaa ja henkilöille ominaista. Edellä mainitusta syystä havainnointiin ei myöskään käytetty mitään apuvälineitä, kuten vaikkapa videointia. Havainnoitsijan liikkuminen tuotantotiloissa on jokapäiväistä eikä se aiheuttanut henkilöstön puolelta ihmettelyä. Havainnoinnin tuloksia käsiteltiin tämän jälkeen laadullisesti sekä määrällisesti. Jokainen havainnointikerta tehtiin perinteisellä tyyllä, jossa havainnoitsija oli samassa tilassa ja tilanteessa tutkittavan kanssa.

Havainnoinnissa tarkkailtiin henkilöiden suojavälineiden käyttöä, niiden riisumista oikeaoppisesti, käsien pesun taajuutta sekä yleistä työskentelyä liittyen kemikaaleihin. Havainnointien tuloksena todettiin, ettei hanskoja tai muitakaan suojavälineitä riisuta pois päältä siten kuin se tulisi hygieniaohteiden mukaan tehdä. Neljä kuudesta henkilöstä otti toistuvasti suojalasit sekä hengityssuojaimen pois päältänsä kemikaalihanskat kädessä, joka aiheutti kemikaalien kantautumista kasvojen alueelle ja sitä kautta nieltynä suoraan elimistöön.

Lisäksi havaittiin suojavälineiden vääriä säilytystapoja tuotantohallissa. Muun muassa jatkuva-toimisia, aktiivihiihluodattimin varustettuja hengityssuojaimia ei aina palautettu suljettavaan säilytyspussiin, kuvio 5 seuraava sivu. Niiden ollessa avoimesti tuotantotiloissa, niiden sisältämä aktiivihiihlu suodattaa tuotantohallin sisäilmaa jatkuvasti, jolloin niiden käyttöikä lyhenee huomattavasti. Suojaamattomassa säilytyksessä ne myös likaantuvat sisäpinnoiltaan laskeuman kautta, jolloin henkilö pukiessaan suodattimen kasvoilleen saa kaiken epäpuhtauden suoraan hengitysteihin ja suu- ja nenäalueen iholle.



Kuvio 5 Väärin säilytetty hengityssuojain tuotantotiloissa (Opinnäytetyön tekijä 2019)

Havainnoinnin aikana nähtiin, että henkilöstöllä oli ristiriitaisia tapoja suojakäsineiden käytöstä yhdessä muiden työvälineiden kanssa. Osa henkilökunnasta muun muassa riisui suojakäsineet aina käyttäessään tietokoneen näppäimistöä ja osa henkilökunnasta ei. Tällöin hanskatotomat henkilöt altistuivat tahattomasti, joka voi olla osaselitys biomonitorointituloksille.

Tämä suojavälineiden käytön ristiriitaisuus koski useita eri työvälineitä ja sen katsottiin tutkimuksen aikana olevan niin merkittävä altistusta aiheuttava tekijä, että muutamista työvälineistä päätettiin ottaa pyyhintänäytteet lisäinformaation saamiseksi.

Käsien pesun tauolle lähdetessä laiminlöi viisi kuudesta henkilöstä. Henkilöstö pääsääntöisesti otti juoma- automaatista juomaa ilman käsien pesua samoin kuin tupakoivat henkilöt menivät suoraan tupakointialueelle. Vain jos henkilö kävi vessassa ennen juoman ottamista, oletettiin hänen pesseen kätensä. Tätä tosin ei voitu havainnointikertojen aikana todentaa, joten se oli tutkimuksen kannalta turha merkintä havainnointipöytäkirjassa. Käsien pesemättömyyden kaltainen toiminta aiheuttaa tahatonta altistusta koko henkilöstölle, mukaan lukien toimistotyöntekijät, jotka eivät muuten työssään altistu kemikaaleille.

Havainnoinnin perusteella henkilöstön käytös ei muuttunut eri työvuoroissa tai vuorokauden eri vaiheissa, vaan käytös oli rutinoitunutta. Kaikilla henkilöillä oli aina asianmukainen työasu sekä eri tehtäviin määritellyt suojavälineet käytössään, joskin suojavälineiden käyttö ja säilytystavoissa ilmeni puutteita. Havainnoinnin aikana syntyi vaikutelma siitä, että virheelliset toimintatavat olivat tarttuneet uusiin työntekijöihin heidän matkiessa kokeneempien työntekijöiden työtapoja.

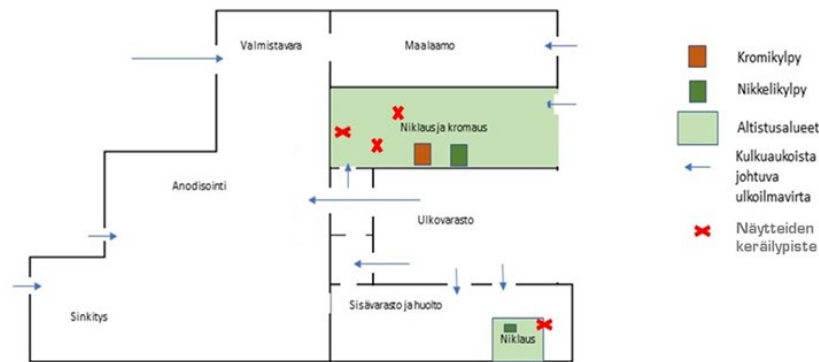
6.3 Pyyhintänäytteet

Pyyhintänäytteiden keräämiseen päädyttiin havainnointijaksojen jälkeen. Näiden pyyhintänäytteiden avulla haluttiin saada sekä tukea johtopäätöksille tahattoman altistuksen reiteistä ja henkilöiden käytöksen vaikutuksesta tahattomaan altistukseen, että vahvistus siivouksen tehokkuudesta. Tätä opinnäytetyötä varten tehdyt hygieniamittaukset toteutettiin Työterveyslaitoksen akkreditoidussa tutkimuslaboratoriossa, jossa analysoidaan myös henkilöstön biomonitorointinäytteet.

Mahdollista altistumisreitistä pyrittiin samaan lisätietoa ottamalla pyyhintänäytteitä jokapäiväisessä työskentelyssä käytetyistä välineistä sekä työkaluista. Näitä olivat ohjaustietokoneen näppäimistö, nostoapuvälineiden kädensijat, tavaratelineiden kädensijat sekä pinnoituslinjan huoltokäytävän kaiteet. Mukaan valikoidut näytteenottopisteet selvisivät tarkkailututkimuksen aikana, jolloin havaittiin, että osa henkilöstöstä käyttää välineitä suojakäsineillä ja osa henkilöstöstä ilman suojakäsineitä. Tällainen ristiriita käytöstavoissa edesauttaa tahattomien altistumisten syntymistä, joten asia vaati lisätutkimuksia.

Pyyhintänäytteitä varten tilattiin Työterveyslaitoksen työympäristölaboratoriosta kuusi näytteenottopakettia ja pyyhintänäytteet kerättiin tutkivan laboratorion ohjeistuksen mukaan wipe- menetelmällä. Näytteenoton ohje esitetään liitteessä 3 eikä sitä tässä kuvata sen tarkemmin. Näytteitä kerättiin yhteensä viisi kappaletta, jolloin yksi paketti jäi varalle. Jokaisen

näytteenoton välissä vaihdettiin käytössä olleet kertakäyttökäsineet kontaminaation välttämiseksi. Erityishuomiona näytteiden keräyksessä kirjattiin pinnoituslinjan kuusi näppäimistö-näytteeseen maininta näppäimistön erityisestä likaisuudesta. Kuviossa 6 esitetään altistumisalueet sekä pyyhintänäytteiden keräilypisteet.



Kuvio 6 Altistumisalueet ja näytteiden keräilypisteet (opinnäytetyön tekijä 2019)

Näytteet analysoitiin ICP- MS menetelmällä eli induktiivisesti kytketyllä massaspektrofometri-menetelmällä, jolloin voidaan tarkasti, nopeasti sekä matalilla pitoisuuksilla mitata useita alkuaineita samanaikaisesti. Laboratoriolla on ulkopuolisen hyväksyjälaitoksen antama akkreditointi kyseiselle analyysimenetelmälle, joka tarkoittaa sitä, että analysoijan pätevyys sekä sen kirjoittamien todistusten uskottavuus voidaan luotettavasti todentaa. Näytteiden pitoisuudet ilmoitettiin tuloksella mikrogrammaa per neliösenttimetri, jolloin pinta-alan vaikutus on huomioitu laboratorion laskemiin pitoisuuksiin. Pyyhintänäytteiden tulokset esitetään alla taulukossa 2. Pyyhintänäytteiden tulokset.

	Linja 2 ja 5				Linja 6
Altiste	Näppäimistö	Huolto kaiteet	Rocla kädensijat	Teline kädensijat	Näppäimistö
Nikkeli	97,5µg/cm ²	232,3µg/cm ²	69,9µg/cm ²	12,7µg/cm ²	761µg/cm ²
Kromi	25,8µg/cm ²	25,8µg/cm ²	10,1µg/cm ²	1,4µg/cm ²	ei analysoitu

Taulukko 2: Pyyhintänäytteiden tulokset

Tulosten tulokinnan apuna käytettiin tutkijaryhmä Wilbur S. ym. vuonna 2012 julkaisemaa ”Toxicological Profile of Chromium” tutkimusta, tarkemmin kappale 3 Health effects. Kyseisessä kappaleessa käydään läpi kuuden arvoisen kromin vaikutusta terveyteen altistustavan mukaan ja laaditaan useiden koe-eläintutkimusten yhteenvetoja sekä arvioidaan kohonnutta riskiä terveydelle. Tutkimuksessa todetaan myös, että altistuttaessa samanaikaisesti useammalle syöpävaaralliselle kemikaalille riski sairastua syöpään monin kertaistuu.

Vertailemalla saatuja biomonitorointituloksia ja suorittamalla verrantolaskuja Wilbur S:n tutkijatyhmän tutkimuksessa esitettyihin pitoisuuksiin, voitiin tehdä johtopäätös, että kromialtistus on lyhyellä aikajänteellä vähäistä, mutta pitkäaikaisessa altistuksessa niin merkittävää, että joitakin terveydellisiä vaikutuksia saattaa työntekijöillä esiintyä myöhemmällä iällä. Tätä riskiä nostaa samanaikainen altistuminen nikkelille.

Nikkeli-altistuksen osalta voitiin todeta sen olevan suurempaa kuin kromi-altistuksen johtuen selkeästi korkeammista pitoisuuksista kaikissa näytepisteissä. Myös nikkelin aiheuttaman syöpäriskin arvoitiin kohoavan samanaikaisesta altistuksesta kromille, vaikka tästä ei tutkimustietoa löydetty. Arvioitaessa nikkelin määritellyjä pitoisuuksia, voitiin niiden todeta olevan huomattavasti korkeampia kuin kromin tulokset. Tämän oletettiin johtuvan useasta eri seikasta, kuten tankohuollot, lämpimän kylpyliuoksen haihtumisen aiheuttama kantauma sekä sekoituksen aerosolin muodostaminen. Näistä merkittävimäksi opinnäytetyön tekijän näkemyksen mukaan voitiin nostaa viikoittain suoritettava nikkelianodien ja tavaratankojen puhdistukset, jolloin kuivia tankoja harjataan teräsharjalla tai hiomakoneella, jolloin harjauksen ja hionnan aikaan saamat pienhiukkaset leviävät koko tuotantohalliin ja aiheuttavat nikkelilaskeumaa tasopinnoille, josta se kulkeutuu käsien kautta elimistöön. Samankaltaisia tankohuoltoja ei tehdä kromikylvyn osalta, jolloin tämä tukee tehtyä päätelmää.

Osaltaan samaa kantaumaa lisää nikkelin osalta suurempi tarve kiinteiden nikkelisuolojen lisäksi kylpyliuoksiin kuin kromilla. Nikkeli-altistuksen osalta on otettava huomioon myös aerosolimaisten pienhiukkasten olemassaolo, jotka syntyvät kylpyliuoksen ilmaperusteisen sekoituksen kautta. Samankaltaista ilmiötä ei tapahdu kromin osalta, sillä kromikylpyä ei sekoiteta ja kylvyssä käytetään lisäainetta, joka muodostaa kylvyn pinnalle vaahtoa ja siten estää aerosolin muodostumista.

6.4 Henkilöhaastattelut

Valittaessa tutkimusmenetelmää puolistrukturoituun haastatteluun päädyttiin käsiteltävän aiheen laajuuden takia ja valinnalla pyrittiin rajaamaan turvallisuudesta käytävää keskustelua kemikaaleihin ja suojavälineisiin. Haastattelun myös odotettiin tukevan aineistotutkimusta erityisesti henkilöiden ohjeiden tuntemisen sekä annetun kemikaaleihin liittyvän koulutuksen osalta.

Haastattelut toteutettiin kahdenkeskisinä keskusteluina, joissa käytettiin haastattelulomaketta sekä vapaamuotoista keskustelua. Haastattelulomake esitetään liitteessä 2. Tarkoituksena haastatteluissa oli selvittää, kuinka yksittäiset henkilöt kokivat oman osaamisen tasonsa liittyen kemikaaleihin ja oliko heille tarjottu riittävästi koulutusta toimeksiantajan taholta. Lisäksi kysyttiin mielipidettä siivouksen tasosta sekä tietämystä biomonitorointituloksista. Yhtenä tavoitteena oli pyrkiä selvittämään, kuinka henkilöt kokevat suojausten käytön, niiden sopivuuden ja omat vaikutusmahdollisuudet niiden valintaan. Haastattelussa pyrittiin myös

saamaan selville, kuinka henkilöt omasta mielestään noudattivat annettuja ohjeistuksia altistuksen vähentämiseksi (muun muassa peseytymis- ja työvaatteiden vaihtoon liittyvät hygieniahjeet). Haastatteluiden jälkeen saadut vastaukset analysointiin järjestelemällä niitä laadullisesti sekä käsittelemällä niitä määrällisesti.

Haastattelut tehtiin kuudelle työntekijällä, joista vain yhdellä oli kemikaaleihin liittyvää koulutusta prosessinhoitajan pätevyyden kautta. Neljä oli ollut työnantajan palveluksessa alle kaksi vuotta eikä omannut aikaisempaa kokemusta pintakäsittely- tai kemikaalityöskentelystä. Yksi työntekijä oli ollut toimeksiantajan palveluksessa neljä vuotta ja hänellä oli prosessinhoidajakoulutus. Yksi henkilö oli ollut talossa 10 vuotta ilman aiempaa kokemusta pintakäsittelystä tai kemikaaleista. Kaikilla henkilöillä oli työturvallisuuskortit ja yhdellä ensiapu 1 pätevyys.

Saadusta kemikaaleihin liittyvästä koulutuksesta haastatteluissa kaikki kuusi henkilöä sanoivat sitä olleen vähän. Jokainen haastateltava toivoi lisää kemikaalikoulutusta aivan yleisesti ja kaksi mainitsi lisäkoulutuksen tarpeen käytettävien kemikaalien vaaraluokkien mukaan, kuten akuutisti myrkylliset ja syövyttävät. Kaikki olivat yhtä mieltä koulutuksen tarpeellisuudesta riippumatta siitä, mikä koulutuksen aihe tulisi olemaan. Kaikki henkilöt olivat saaneet viimeisen puolen vuoden aikana kemikaaleihin liittyvää koulutusta, mutta koulutus oli liittynyt akuutisti myrkylliseen kemikaaliin. Kysymystä tarkennettiin kahdessa haastattelussa eikä kumpikaan henkilöistä muistanut saaneensa tutkittavista kemikaaleista mitään koulutusta perehdytyksessä ja työhön opastuksessa olleen aineiston lisäksi.

Neljä kuudesta kertoi noudattavansa annettuja työ- ja turvallisuusohjeita liittyen kemikaaleihin ja niiltä suojautumiseen. Vain kaksi henkilöä kaikista haastatelluista kertoivat lukeneensa myös suojaimen mukana olleet käyttö- ja huolto-ohjeet, joihin työohjeet myös viittaavat. Voimassa olevien ohjeiden noudattamisen osalta haastatteluissa saatu aineisto osoittautui havainnointien aikana paikkaansa pitämättömäksi tiedoksi. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty syytä ihmisten positiivisemmasta näkemyksestä omasta käytöksestään.

Biomonitorointinäytteiden merkitys oli osalle haastateltavista hämärän peitossa. He olivat näytteitä antaneet, mutta haastatteluiden aikana syntyi vaikutelma, etteivät he tiedäneet miksi näytteitä kerättiin. Eräs haastatelluista totesi sen olevan vain yksi virtsanäyte muiden joukossa eikä siitä kukaan koskaan sano mitään. Kuitenkin näytteiden merkitys sekä henkilöstön terveyden seurannassa että työolosuhteiden parantamisessa on merkityksellinen. Useimmat muistivat oman altistustasonsa, mutta kukaan ei osannut sanoa onko se liian korkea niin sanottuun viitearvoon verrattuna. Osalle henkilöistä oli annettu lisäohjeita kemikaalialtistuksen vähentämiseksi aiempina vuosina, mutta tällä hetkellä kenelläkään ei ollut niille tarvetta mittausten perusteella. Kaksi henkilöä oli lisäksi siinä uskossa, että näytteiden antaminen olisi vapaaehtoista eikä työnantaja voi sitä työntekijöiltä edellyttää.

Kaksi kuudesta koki voivansa vaikuttaa käytössä oleviin suojaimeihin ja yksi sanoi esittäneensä korvaavaa tuotetta esimiehelleen. Kolme henkilöä koki, että käytössä olevat suojaimet olivat sopivia sinällään, mutta säilyttäminen koettiin hankalaksi. ” Jatkuva pussittaminen ärsyttää ja hidastaa muuta työtä” kertoi eräs haastatelluista. Lause koski hengityssuojaimen säilytystä tiivistä suljetussa pussissa sen toiminnan varmistamiseksi sekä käyttöä pidentämiseksi.

6.5 Kirjallisen aineiston tutkimus

Toimeksiantajan toimittaman kirjallisenä tutkimusaineistona olivat työterveyshuollon biomonitorointitulokset vuosilta 2017 ja 2018 sekä vuosien 2009-2014 aikana käydyt suojainkeskusteluaineistot. Lisäksi tutkimusta tukevana aineistona käytettiin toimeksiantajan antamia ohjeita ja määräyksiä sekä laadittuja riskinarviointoja muutoksineen sekä selvitystä kemikaalituntemuksesta vuodelta 2018. Myös kolmansien osapuolien dokumentteja, kuten käyttöturvatiedotteita, käytettiin hyväksi opinnäytetyön aineiston keräämisessä. Näiden lisäksi pyrittiin selvittämään lainsäädännöllisten muutosten vaikutus ohjeistukseen ja käytössä oleviin kemikaaleihin vaarallisuuden vähentämisen periaatteen mukaisesti.

Aineistoanalyysillä haluttiin saada selville, kuinka yrityksen sisäinen turvallisuuskulttuuri ja sisäinen normisto ovat muuttuneet tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksesta vai olivatko ne muuttuneet lainkaan. Aineistoa analysoitiin lukemalla sekä tekstimateriaalia teemoittelemalla. Tässä opinnäytetyössä teemakortistot muodostuivat osittain sekä haastattelukysymysten avulla että asetettujen tutkimuskysymysten avulla. Lisäksi tehtyjä ohjeistuksia verrattiin kemikaalien toimittajien käyttöohjeisiin ja selvitettiin niiden vastaavuus voimassa olevaan ohjeistukseen. Aineistotutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään miten yrityksen riskien ja vaarojen arvioinnit kemikaaleihin liittyvien vaarojen osalta olivat päivittyneet ja oliko päivityksillä ollut muutosta työ- ja toimintaohjeisiin.

Esimerkkinä teemakirjaston luomisesta avataan tarkemmin koulutukseen liittyvään teemoittelua, jonka avulla pyrittiin todentamaan henkilöstön osaamista sekä annettuja koulutuksia, joista muun muassa riskinarvioinnit sekä toimintasuunnitelmat- ja ohjelmat sisälsivät useita mainintoja. Teemakirjastoiksi koulutuksen osalta luotiin erikseen sisäiset ja ulkoiset koulutukset, joista yhdistettiin vain yksi yläkäsite. Teemoittelua avataan alla esitetyissä taulukoissa 3-5. Taulukossa kolme osoitetaan sisäisesti annettu koulutus, taulukossa neljä ulkoisen toimijan tarjoama koulutus ja viidennessä taulukossa sisäinen ja ulkoinen koulutus on yhdistetty, jolloin voidaan todentaa kokonaisuudessaan tarjottu koulutus. Samaa periaatetta noudatettiin kaikessa teemoittelussa opinnäytetyön aikana.

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Työhön opastus	Työtehtävään opastaja	Sisäinen koulutus
Kisälli ja mestari	Työparit	
Perehdytys	Lähiesimies	
Kemikaalityöskentely	Kemikaalinkäytönvalvoja	
Hygienia		
Työturvallisuuskortti	HSEQ-päällikkö	

Taulukko 3 Koulutuksen teemoittelu sisäinen

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Kemikaalit (käyttöohjeet ja ktt)	Kemikaalitoimittaja	Ulkoinen koulutus
Suojavälineiden käyttö ja huolto	Suojavälinetoimittaja	
Ensiapu	Työterveyshuolto	
Poistumisharjoitukset	Palo- ja pelastusviran- omaiset	
Alkusammutus		
Kemikaalivahinkojen torjunta		

Taulukko 4 Koulutuksen teemoittelu ulkoinen

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Tekemällä oppiminen	Sisäinen koulutus	Annettu koulutus
Perehdytys ja opastus		
Onnettomuustilanteiden torjunta ja aikainen toiminta	Ulkoinen koulutus	
Käyttökoulutus		

Taulukko 5 Koulutuksen teemoittelu annettu koulutus

Teemoittelun perusteella voitiin todeta, että riippuen tehdyn muutoksen suuruusluokasta sekä vaikutuksesta toiminnanharjoittajan Turvatekniikan keskuksen turvallisuusluokitukseen, niin merkittävät muutokset aiheuttivat aina päivityksen kirjalliseen dokumentaation. Pienempiä muutoksia ei välttämättä dokumentoitu lainkaan eikä ne useinkaan aiheuttaneet muutoksia riskien arviointeihin tai työohjeisiin.

Aineistotutkimuksen perusteella henkilöstön sitouttaminen kemikaaliturvallisuuteen on onnistunut. Henkilöstö tuo aktiivisesti suojaväline-ehdotuksia työsuojelutoimikunnan käsittelyyn ja tätä kautta heillä on mahdollisuus vaikuttaa käytössä oleviin suojaimiin. Myös koulutustarpeita henkilöstö tuo esiin, vaikka esimerkiksi työturvallisuuskorttikoulutukset koetaan hyvinkin negatiivisiksi.

7 Johtopäätökset ja suositellut toimenpiteet

Kuten jo aiemmin todettiin, ei suoraa syy-seuraussuhdetta voitu todentaa biomonitorointitulosien vähäisyyden takia. Myöskään havainnoinnin aikana tehtyä johtopäätelmää tahattoman altistumisen reitistä, jossa oletettiin altisteiden siirtyvän käytettyjen suojavälineiden kautta työvälineisiin, oli virheellinen. Kuitenkin voitiin todeta, että vähäistä altistumista tapahtuu tahattomasti työvälineiden ja eri työvaiheiden kautta.

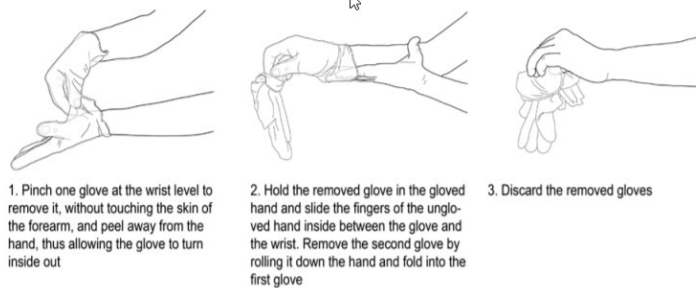
Aineistotutkimuksessa ja haastatteluiden kautta voitiin myös todeta, ettei kaikilta osiltaan toimeksiantajan tahtotila ja toimintatavat edesauta kemikaaliturvallisuuden edistämistä. Tällaisia puutteita olivat muun muassa annettujen ohjeiden noudattamisen valvonta, riskin arviointien puutteellinen päivittäminen ja tehtyjen toimenpiteiden seuranta. Myös työntekijöiden toiminnassa voitiin todeta olevan jonkin verran parannettavaa, mutta Työturvallisuuslain huolehtimisperiaatteen mukaisesti näiden katsotaan johtuvan toimeksiantajan toiminnan puutteista.

Toimeksiantajan tulee tarjota henkilöstölleen koulutusta, joka keskittyy erityisesti ihmisten terveydelle pitkäaikaisia vaikutuksia aiheuttaviin kemikaaleihin. Henkilöhaastatteluissa sekä aineistotutkimuksessa kävi selkeästi ilmi, että kemikaaliturvallisuutta koskevissa koulutuksissa oli pääosiltaan keskitytty akuutisti myrkyllisiin kemikaaleihin ja osittain unohdettu pitkäaikaisia haittavaikutuksia aiheuttavat kemikaalit. Näiden kahden eri vaarallisuusasteen omaaviin kemikaaleihin liittyvät koulutukset tulee yhteensovittaa ja jatkossa kouluttaa säännöllisesti koko henkilöstölle.

Myös biomonitoroinnin tarkoitusta ja merkitystä tulee avata työntekijöille. Se edesauttaa henkilöiden sitoutumista suojautumiseen sekä tarjoaa heille lisätietoa omasta terveydentilasta ja sen seurannasta. Tätä on jonkin verran avattu sille ryhmälle työntekijöitä, jotka osallistuvat Euroopan Union HBM4EU hankkeeseen, mutta tietoa ei ole tarjolla kaikille halukaille. Tämän asian käsittelyssä olisi hyödyllistä käyttää avuksi asiantuntijoita esimerkiksi työterveyshuollosta.

Hygieniaohe tulee päivittää ja kouluttaa koko henkilöstölle. Henkilökohtaisen hygienian ja sitä kautta tahattoman altistuksen vähentäminen on yksilölle merkittävä tapa vähentää työperäistä kemikaalialtistumista. Muun muassa hanskojen oikeaoppinen poisottaminen ja tämän jälkeen välitön käsien pesu vedellä ja saippualla vähentää sekä kemikaalien kantaumaa että yksilön tahatonta altistumista. Oikeaoppien suojahanskojen poistoa esittävä kuvio 7 kappaaleen jälkeen on World Health Organization ohjeesta Glove Use Information Leaflet (2009).

II. HOW TO REMOVE GLOVES:



Kuvio 7 Suojakäsineen oikeaoppinen poistaminen (WHO 2009)

Työntekijöiden käsien pesuun tulee kiinnittää enemmän huomiota kemikaalien kanssa työskenneltäessä. Kädet tulee pestä aina ennen tupakointia, ruokailua tai saniteettitiloissa käyntiä. Likaannutuiden käsien kautta altisteet kulkutuvat sekä elintarvikkeisiin että kasvojen alueelle, joita niillä on pääsy suoraan elimistöön. Suoraan elimistöön päätyvät kemikaalit vaikuttavat elimistössä merkittävästi enemmän kuin ihon läpi imeytyessään. Kirjallisen ohjeistuksen lisäksi työntekijöiden käytökseen tulisi pyrkiä vaikuttamaan myös visuaalisen viestinnän kautta, joka voi toimia muistuttajana muun muassa saniteettitiloissa, joihin muuta valvontaa ei voida järjestää.

Samoin työvaatetuksen vaihtojen osalta osaa henkilöstä ei ole perehdytetty eikä sen merkitystä altistuksen vähentämisessä ole riittävästi painotettu. Kun pölyävän, kiinteän altisteen hiukkaset takertuvat työvaatetukseen, josta ne siirtyvät asusteiden läpi iholle, on altistuksen määrä merkittävää sekä altistumisen kesto pitkäaikaista. Edellä mainitun lisäksi kemikaalijäämät siirtyvät pukukaapeissa myös vapaa-ajalla käytettäviin vaatteisiin, jolloin altistuminen on vähäisempää, mutta altistusaika kasvaa. Tämä altistumisreitti korostuu erityisesti tankokuulujen ja isojen, kiinteiden kemikaalilisäysten jälkeen työviikon päättyessä.

Henkilökohtaisten suojainten puhdistusta, käyttöä ja säilytystä tulee käydä henkilöstön kanssa läpi. Tässä käyttöopastuksessa olisi hyvä käyttää apuna suojainvälineiden toimittajaa, jolla on asiantuntemus välineiden käytöstä ja puhdistukseen sopivista aineista. Tuotantotiloissa on kaapit välineiden säilyttämistä varten ja työntekijöiden tulisi myös näitä käyttää siihen tarkoitukseen. Lisäksi toimeksiantajan tulee muistuttaa keskiporrasta valvontavastuusta, joka koskee myös suojainten säilyttämistä.

Tuotantolinjalle kaksi tai sen välittömään läheisyyteen tulee järjestää mahdollisuus käsien pesuun linjalta poistuttaessa. Tämä vähentää kemikaalikantauman kohdistumista ovenkahvojen ja muiden pintojen välityksellä muuhun henkilöstöön sekä edesauttaa hygieniaohteen noudattamista. Tämän kaltaisen kemikaalikantauman vähentämiseksi myös siivousohjelmaa toistuvasti monien eri henkilöiden käsiteltävien pintojen puhdistusohjelma tulee tarkistaa ja päivittää, jos tarvetta ilmenee.

Pyyhintänäytteiden perusteella siivousohjelmasta tulee tarkistaa erilaisten tasopintojen pyyhintäväli. Näiden siivousta voidaan myös helposti tehostaa toimittamalla työntekijöille kerta-käyttöisiä siivousliinoja ja ohjeistamalla heitä pyyhkimään pintoja usein. Lisäksi näppäimistösuojien vaihtoväliä tulee lyhentää, etenkin linjalla kuusi, altistuksen vähentämiseksi.

8 Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ja tulosten oikeellisuuden arviointi

Toimeksiantajan opinnäytetyölle asettamat tavoitteet jo tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnista sekä konkreettisten, kemikaalialtistusta edelleen vähentävien toimenpiteiden löytämisestä saavutettiin, joskin aikataulua jouduttiin jonkin verran pidentämään muiden projektien vuoksi. Opinnäytetyön tutkimuksellinen osuus sujui hyvin ja aineistoa saatiin kerättyä ja käsiteltyä riittävästi. Kirjoitustyön käynnistäminen lykkäytyminen muitten kiireitten takia aiheutti sekä turhaa viivästymistä että tietojen uudelleen käsittelyn tarpeen. Kirjoitustyö eteni vuoden lopussa kaavailulla tavalla, joskin joitakin jäsentelyyn liittyviä vaikeuksia esiintyi.

Työn toteutuksen aikaisina, negatiivisina seikkoina voidaan todeta, ettei selkeää aikajanaa voitu muodostaa biomonitorointitulosten vähäisen lukumäärän vuoksi ja näin ollen suoraa päätelmää syy-seuraussuhteen ei voitu tehdä. Toisaaltaan voitiin dokumenttianalysistä todeta, että ylityksiä ei ole ollut vuoden 2015 jälkeen, jolloin tehtiin muun muassa puhtaanapidon tehostamista. Lisäksi tekijän vaikeutena oli pidättäytyä tutkimukselle asetettujen rajojen sisällä sekä jättää huomioimatta prosessiturvallisuutta, johon tutkimus olisi voinut helpostikin laajentua.

Toimeksiantajalle esitetyistä käytännön parannusehdotuksista ja toimenpiteistä altistuksen vähentämiseksi muutamia on jo ennen opinnäytetyön lopullista julkaisua otettu käyttöön tai valmistelutyöt niiden käyttöönottoa varten on aloitettu. Osa tehdyistä ehdotuksista lukeutuvat investointeihin ja niiden mahdollisesta käyttöönotosta tulee toimeksiantajan noudattaa sisäistä investointeihin liittyvää ohjeistustaan ja harkintaansa. Jos prosessitekniisiä muutoksia suunnitellaan, tulee toimeksiantajan huomioida jo suunnitteluvaiheessa tarpeelliset riskienarvioinnit ja viranomaisilmoitusveloitteet.

Tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnissa yhtenä virhetekijänä voidaan pitää työsuhteiden pituuden huomioimatta jättämistä. Lyhyen työkokemuksen omaavan henkilön altistuminen on pienempää kuin pitkän työkokemuksen henkilöillä, joka voidaan osoittaa biomonitorointitulosten kautta. Useiden pitkäaikaisten työntekijöiden eläköityminen vuosien 2015 ja 2019 välisenä aikana on vaikuttanut mahdollisesti tuloksiin laskevasti etenkin, kun tuloksia ei voitu tämän tutkimuksen aikana kohdentaa yksilöihin. Toisaalta tätä työntekijöiden vaihtu-

misen aiheuttamaa muutosta ei voida vielä pitää pelkästään laskevana tekijänä vaan on arvioitava tulokset uudelleen, kun uusien työntekijöiden biomonitorointituloksia on useamman vuoden ajalta. Tällöin mahdollisesti voidaan tehdä päätelmiä uusien henkilöiden asennoitumisesta kemikaaleihin sekä suojautumis- ja hygieniaohteisiin.

Myös haastatteluvastaukset ja niiden tulkinnot ovat hyvin subjektiivisia, jonka vuoksi niihin tulee suhtautua vain suuntaa antavina, joka osaltaan heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Sekä haastattelutilanteet että vastausten tulkinnot ovat ainutkertaisia tilanteita eikä samankaltaista vastausta tai tulkintaa voida enää uudelleen saada. Myös tarkkailutilanteiden ainutkertaisuus on tutkimuksen kannalta tuloksiin vaikuttava negatiivinen tekijä. Tätä virhettä pyrittiin pienentämään toistamalla tarkkailutilanne kolmesti, jotta voitiin tehdä päätelmiä siitä, onko henkilön käytös rutiinin omaista vai satunnaista.

Biomonitorointinäytteiden analysointituloksia voidaan pitää erittäin luotettavina samoin kuin pyyhintänäytteiden tuloksia. Näistä tehdyt päätelmät eivät kuitenkaan yksistään anna kuvaa kemikaalialtistuksesta, sillä muun muassa tuotanto-olosuhteet, tuotannossa olevat tuotteet sekä yksilökohtaiset kemikaalin käsittelytavat vaikuttavat erittäin paljon kemikaalialtistukseen. Tästä syystä opinnäytetyön tutkimuksessa pyrittiin arvioimaan kokonaisuuksia, jotta virheen mahdollisuus pienentyi.

Biomonitorointinäytteiden tulosten virheellisyyteen vaikuttaa merkittävästi näytteenottotilanne ja -tapa. Jos näytteenottaja ei esimerkiksi vaihtanut työvaatteistaan pois ennen näytteenottoa, on näyteastian kontaminaatio työvaatteiden kautta täysin mahdollista. Samoin kuin henkilön käsien ja muun ihon kautta tapahtuva kontaminaatio on mahdollista. Tätä ei tässä tutkimuksessa yritetty mitenkään todentaa, vaan päätelmät perustuvat luottamukseen siitä, että näytteenotto on tehty ohjeistuksen mukaisesti.

Pyyhintänäytteiden tulokset osoittavat selkeästi mahdollisuuden tahattomaan altistukseen työvälineiden pintojen kautta. Välineiden pinnoilla oleva altistemäärä ei kuitenkaan siirry käytettyjen suojavälineiden kautta kuten tarkkailun perusteella oletettiin, vaan liittyy enemmänkin huoltotöiden yhteyteen. Tähän päätökseen voitiin päätyä, sillä jos kohonneet pitoisuudet johtuisivat siirtymistä suojavälineiden kautta, olisi myös kromipitoisuuden tullut olla korkeampi.

9 Pohdinta

Toimeksiantajalla on perusteet kemikaaliturvallisuuden osalta hyvin hallinnassa, mutta toteuttamisessa ja käytäntöjen jalkauttamisessa on opinnäytetyön perusteella joitakin puutteita. Erityistä huomiota tulee kiinnittää henkilöstövaihdosten yhteydessä työhön opastukseen sekä opastuksen ja muun koulutuksen painotuksiin. Tämän opinnäytetyön aikana nousi esiin

kuinka laitoksissa, joissa käsitellään usean eri vaarakategorian kemikaaleja, saatetaan antaa lisäkoulutusta vain yhden korkeimman vaaraluokan kemikaaleista, jolloin muut pitkäaikaisessa altistuksessa vaaraa aiheuttavat kemikaalit jäävät tunnistamatta ja tiedostamatta. Tällöin työntekijöille saattaa syntyä vaikutelma muiden aineiden vaarattomuudesta, joka näkyy suojavälineiden käytön laiminlyönteinä sekä ohjeiden noudattamatta jättämisenä. Myös eri altisteiden vaikuttavuus henkilöiden terveyteen saattaa ilmetä vasta useiden vuosien jälkeen ja jopa seuraavissa sukupolvissa kuten mutageenisten aineiden vaikutus, joten kemikaaliturvallisuuden ja tietoisuuteen tulee kemikaalityöskentelyssä panostaa huomattavasti enemmän.

Laitoksissa, joissa käytetään useiden eri vaarakategorioiden kemikaaleja, on löydyttävä myös osaamista ja kykyä arvioida kemikaalien kokonaisvaikutusta eikä keskittyä vain yhteen vaarominaisuuteen tai kemikaalikategoriaan. Kun suoritetaan työhygieenisiä mittauksia ja niistä saatuja tuloksia arvioidaan terveydelliseltä kannalta, on arvioitava kaikkia saman kategorian aineita yhtä aikaa ja otettava huomioon yhtäaikaisen altistumisen terveyden tilaan kohdistuvan riskin suureneva vaikutus. Jos toiminnanharjoittajilla ei itseltään löydy riittävää osaamista, on näissä arvioinneissa käytettävä apuna ulkopuolisia asiantuntijoita. Ulkopuolisten asiantuntijoiden arviot perustuvat kuitenkin aina toiminnanharjoittajien antamiin tietoihin ja toimialansa tuntemukseen, joten käytännössä toiminnanharjoittajan tulee olla aktiivinen tässä asiassa. Tähän työhygieniaan liittyvää tietoisuutta ja osaamista tulee myös aktiivisesti lisätä toiminnanharjoittajien piirissä ja tässä muun muassa työnantajajärjestöt sekä työturvallisuutta valvovat viranomaiset voivat toimia vetureina.

Yleisesti ottaen voidaan todeta Suomessa viranomaisvalvonnan ohjaavan kemikaalien käyttöä kohtuullisen menestyksekkäästi. Toimijoiden saatavilla on useita ilmaisia oppaita ja ohjeita, joiden avulla työntekijöiden kemikaalialtistusta voidaan vähentää ja kemikaalityöskentelyä ohjata turvallisempaan suuntaan. Viranomaisten suorittama valvonta osaltaan parantaa merkittävästi toimijoiden kokonaisturvallisuutta sekä osaltaan ohjaa vaarallisuuden vähentämiseen. Mutta puutteena tämänhetkisessä ohjeistuksessa ja valvonnassa voidaan todeta viranomaisvalvonnan siiloutuminen, jolloin ympäristölle vaarallisia aineita valvoo yksi viranomainen ja kokonaisturvallisuuden kautta toinen viranomainen, mutta kokonaistietoisuus puuttuu. Osaltaan kokonaistilanteen hahmottamista heikentää viranomaisten välisen yhteistyön ja kommunikaation vähäisyys tai puuttuminen.

Lähteet

Painetut

AD Käyttöturvallisuustiedote Kromitrioksidi. 2017. Espoo: Algol Oy.

Ampere Käyttöturvallisuustiedote Nikkelisulfaatti. 2016. Espoo: Algol Oy.

Kananen J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä: Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Ojasalo K., Moilanen T. & Ritalahti J. 2009. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

538/2018. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista.

Sarajärvi A. ja Tuomi J. 2017. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Sähköiset

1907/2006. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston asetus.

2004/37/EY. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi.

738/2002. Työturvallisuuslaki.

Beattie, Keen, Coldwell, Tan, Morton McAlinden & Smith. 2017. The use of bio- monitoring to assess exposure in the electroplating industry. 2017. Teoksessa Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 47-55. Viitattu 28.12.2019, <https://www.nature.com/articles/jes201567>

Biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella. 2014. Työterveyslaitos. Viitattu 29.12.2019. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/11/Toimenpideraja-arvot_biomonitorointi.pdf

Dahlen-Larsen P. 2004. Vaikuttavuuden arviointi. Viitattu 29.12.2019. http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/77071/vaikuttavuuden_arv.pdf

Glove Use Information Leaflet. 2009. World Health Organization. Viitattu 29.12.2019 https://www.who.int/gpsc/5may/Glove_Use_Information_Leaflet.pdf

Hannila P & Kyngäs P. 2008. Teemahaastattelu laadullisessa tutkimuksessa. Viitattu 19.3.2020. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/38214/stadia-1210852529-2.pdf?sequence=1>

Heikkilä, Tarja. 2014 Tilastollinen tutkimus. Viitattu 16.3.2020. <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma, väliarviointi ja tarkistus 2017. 2017. Ympäristöministeriö, Valtioneuvoston hallintoyksikkö, tiet- ja julkaisuyksikkö. 2017. Viitattu 9.3.2019. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79884/SY_4_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kiilunen M. 2013. Biological monitoring, annual statistics 2012. Viitattu 29.12.2019. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/135070/Biological%20monitoring.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pääkkönen R. & Rantanen S. 2008. Työhygieniä Kemialliset ja Fysikaaliset tekijät. Viitattu 29.12.2019. <https://docplayer.fi/37232-Tyosuojelujulkaisuja-86-salme-rantanen-rauno-paakonon-tyohygienia-kemialliset-ja-fysikaaliset-tekijat-tyosuojeluhallinto.html>

Rantanen S & Työterveyslaitos. 2011. Kemiallisen altistumisen selvittäminen sekä raja- ja ohjeavot. Viitattu 15.1.2020. <https://www.koulunterveyskirjasto.fi/aihe/opettajalle-ja-opiskeluohjelmalle/tyosuojelun-perusteet/typ00048>

Saaranen-Kauppinen A. & Puusniekka A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Viitattu 15.1.2020. https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html sekä https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_4.html

Suojaimet työssä. 2018. Työsuojeluhallinto. Viitattu 9.3.2018. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/suojaimet-tyossa>

Syyseuraussuhteiden osoittaminen. 2015. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 16.3.2020. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/ongelmanasettelu/syy-ja-seuraussuhteiden-osoittaminen>

Terveellinen Työ- Hallitse kemialliset tekijät. 2019. Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto. Viitattu 5.01.2020. <https://osha.europa.eu/fi/healthy-workplaces-campaigns/dangerous-substances-18-19>

Tuomivaara, T. 2005. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Helsingin Yliopisto. Viitattu 18.3.2020. <https://www.mv.helsinki.fi/home/ttuomiva/Y125luku6.pdf>

Työhygieniä Kemialliset, biologiset ja fysikaaliset hättatekijät. 2015. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 30.12.2019. https://ttk.fi/files/4661/Tyohygienia._Kemialliset_biologiset_ja_fysikaaliset_haattatekijat.pdf

Vilpas P. 2018. Kvantitatiivinen tutkimus. Viitattu 18.3.2020. <https://users.metropolia.fi/~pervil/kvantsu/Moniste.pdf>

Wilbur S. ym. 2012. Toxicological Profile for Chromium. Viitattu 29.12.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158851/>

Julkaisemattomat

Kemikaaliturvallisuuden arviointi. Aurajoki Oy. 2018. Viitattu 29.12.2019.

Prosessikuvaus. Aurajoki Oy. 2019. Viitattu 29.12.2019.

Riskienarviointi. Aurajoki Oy. 2019. Viitattu 29.3.2020.

Suojainten valintaa ohjaavat kriteerit. Aurajoki Oy. 2019. Viitattu 29.12.2019.

Turvallisuusohje. Aurajoki Oy. 2019. Viitattu 29.12.2019.

Intranet. Aurajoki Oy. 2019. Viitattu 29.12.2019.

Kuviot

Kuvio 1: Kromitrioksidin kiinteä muoto sekä elektrolyysiliuos (Aurajoki Oy 2019).....	16
Kuvio 2: Nikkelisulfaatin kiinteä muoto sekä elektrolyysiliuos (Aurajoki Oy 2019).	16
Kuvio 3: Elektrolyysin toimintaperiaate	23
Kuvio 4: Pinnoitusprosessin kuvaus (Aurajoki Oy 2019)	24
Kuvio 5 Väärin säilytetty hengityssuojain tuotantotiloissa (Aurajoki Oy 2019)	28
Kuvio 6 Altistumisalueet ja näytteiden keräilyspisteet (Aurajoki Oy 2019)	30
Kuvio 7 Suojakäsineen oikeaoppinen poistaminen (WHO Glove use information leaflet 2009)	36

Taulukot

Taulukko 1: Biomonitorointinäytteiden tulokset	27
Taulukko 2: Pyyhintänäytteiden tulokset.....	30
Taulukko 3 Koulutuksen teemoittelu sisäinen	34
Taulukko 4 Koulutuksen teemoittelu ulkoinen.....	34
Taulukko 5 Koulutuksen teemoittelu annettu koulutus	34

Liitteet

Liite 1: Havainnointi pöytäkirja	34
Liite 2: Haastattelukaavake	46
Liite 3. Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä	47

Liite 1: Havainnointi pöytäkirja

Havainnointi pöytäkirja

Salo 1800290

Havainnointi pvm									
Havainnointikerta									
Havainnointiin liittyvä tapahtuma									
Työvuoro		Kellonaika				Linja			
Henkilö		I		II		III		IV	
		Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei
Hanskojen käyttö									
Suojalasien käyttö									
Työvaatetus ohjeistuksen mukainen									
Hanskojen poisottaminen oikein									
Käsien pesu tauolle mentäessä									
Käsien pesu ennen tupakointia									

Havainnointi kerta: Kolme kertaa/ vuoro, merkitään järjestysnumerolla 1-9

Havainnointiin liittyvä tapahtuma: Normaali työskentely/vuoron vaihto/ tauolle lähtö/ tauolta palaaminen

Työvuoro: aamu, iltä, yö

Kellon aika: kellonaika, jolloin havainnointi aloitetaan

Linja: työpisteen tarkempi sijainti (2, 5 tai 6)

Henkilö: Tarkkailtavien henkilöiden lukumäärä vuorossa, tarkkailtavien osalta täytetään

Rasti ruutuun kyllä= asia kunnossa

Rasti ruutuun ei= asiassa ei noudateta voimassa olevia ohjeita

Liite 2: Haastattelukaavake

Haastattelupohja

Salo 1800290

Haastateltava	
Työtehtävä	

1. Koulutustausta ja erityisesti kemikaaleihin liittyvä koulutus
2. Työkokemus alalta ja tältä työnantajalta?
3. Tunnetko käsittelemäsi kemikaalit ja niihin liittyvät vaarat?
4. Oletko saanut työhösi liittyvien kemikaalien käsittelyyn koulutusta?
5. Osaatko suojautua työssäsi esiintyvien kemiallisten altisteiden edellyttämällä tavalla?
6. Tunnetko kemikaalien käsittelyyn liittyvän hygieniaohteen ja noudatatko sitä?
7. Oletko saanut työturvallisuuteen liittyvää yleistä koulutusta viimeisen puolen vuoden aikana?
8. Oletko tietoinen oman altistumisesi tasosta biomonitorointi tuloksien perusteella?
9. Onko mielestäsi siivousohjelman muutokset vaikuttaneet työpisteiden siisteyteen/puhtauteen?
10. Onko sinua tai työtoveriasi kohdannut tarpeeton kemikaalialtistuminen esim vähäisen kemikaalionnettomuuden tai vuodon kautta viimeisen puolen vuoden aikana?

Kertooko haastateltava jotakin muuta, mitä:

Liite 3. Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä

6.1.2020

Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä - Työterveyslaitos



Työterveyslaitos

(<https://www.ttl.fi>)

Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä

Pyyhintänäyte pinnalta

Pyyhittävä pinta mitataan. Peruspinta-ala on 30 cm x 30 cm. Jos pinta on pölyistä ja karkeaa, niin pyyhittävä pinta-ala on pienempi, ja jos pyyhittää liukasta ja puhdasta pintaa, niin pinta-ala voi olla suurempi. Suositeltavaa on, ettei pinta-ala ylitä 150 cm x 50 cm.

Näytteenottoa varten kädet suojataan puhtailla kertakäyttökäsineillä.

Pyyhepussi avataan ja pyyhe taitetaan auki.

Pinta pyyhitään ensin painamalla molemmin käsin liina pyyhittävään pintaan ja liikuttamalla sitä samansuuntaisilla liikkeillä haluttu pinta-ala. Pyyhe taitetaan kaksinkerroin likainen pinta sisäänpäin, ja pinta pyyhitään edellistä pyyhintä vasten kohtisuorasti.

Taitetaan ja toistetaan pyyhintä. Kunnes viimeinen taitos johtaa liinan taittumiseen alkuperäiseen kokoon ja pyyhintäpinnat jäävät liinan sisään.

Tällöin pinnan tulisi olla puhdas. Jos pinta on jäänyt likaiseksi, on pyyhintään otettu liian suuri pinta-ala.

Liina siirretään puhtaaseen muovipussiin, josta painetaan ylimääräinen ilma ulos ja se suljetaan hyvin.

Pussin päälle kirjataan päivämäärä, pyyhintäpaikka, pyyhitty pinta-ala.

Käsineet suositellaan vaihdettavaksi jokaisen näytteenoton yhteydessä kontaminaation estämiseksi. Erityisen tärkeää se on, jos pinnat ovat likaisia tai liina rikkoutuu. Jos näytteenotto sujuu hyvin, käsineiden ei periaatteessa tulisi likaantua näytteenotossa.

Pussit pakataan kirjekuoreen, täytetään lähete ja toimitetaan analyysiä varten Työterveyslaitokselle.

Pyyhintänäyte käsistä

Pyyhepussi avataan ja pyyhe taitetaan auki.

6.1.2020

Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä - Työterveyslaitos

Sekä kämmenselkä että kämmen pyyhitään liinalla. Myös sormien välit pyyhitään.

Liina taitetaan alkuperäiseen kokoon (katso piirros) ja siirretään puhtaaseen muovipussiin, josta painetaan ylimääräinen ilma ulos ja se suljetaan hyvin.

Pussin päälle kirjataan päivämäärä, näytetiedot, käsien pyyhintänäyte ja henkilö.

Pussit pakataan kirjekuoreen, täytetään lähete ja toimitetaan analyysiä varten Työterveyslaitokselle.

Pyyhintänäyte ohjauslaitteista

Näyte otetaan ohjauslaitteista kuten pintanäyte:

Peruspinta-ala on 30 cm x 30 cm.

Näytteenottoa varten kädet suojataan puhtailla kertakäyttökäsineillä.

Pyyhepussi avataan ja pyyhe taitetaan auki.

Pinta pyyhitään ensin painamalla molemmin käsin liina pyyhittävään pintaan ja liikuttamalla sitä samansuuntaisilla liikkeillä haluttu pinta-ala. Pyyhe taitetaan kaksinkerroin likainen pinta sisäänpäin, ja pinta pyyhitään edellistä pyyhintää vasten kohtisuorasti.

Taitetaan ja toistetaan pyyhintä. Kunnes viimeinen taitos johtaa liinan taittumiseen alkuperäiseen kokoon ja pyyhintäpinnat jäävät liinan sisään.

Tällöin pinnan tulisi olla puhdas. Jos pinta on jäänyt likaiseksi, on pyyhintään otettu liian suuri pinta-ala.

Liina siirretään puhtaaseen muovipussiin, josta painetaan ylimääräinen ilma ulos ja se suljetaan hyvin.

Pussin päälle kirjataan päivämäärä, pyyhintäpaikka, pyyhitty pinta-ala.

Käsineet suositellaan vaihdettavaksi jokaisen näytteenoton yhteydessä kontaminaation estämiseksi. Erityisen tärkeää se on, jos pinnat ovat likaisia tai liina rikkoutuu. Jos näytteenotto sujuu hyvin, käsineiden ei periaatteessa tulisi likaantua näytteenotossa.

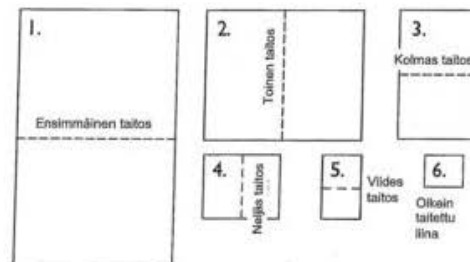
Pussit pakataan kirjekuoreen. Täytetään lähete ja toimitetaan analyysiä varten Työterveyslaitokselle.

Näytteenottopyyhkeen taittaminen

6.1.2020

Ohjeet pyyhintänäytteen ottamiseksi wipe-menetelmällä - Työterveyslaitos

Näytteen taittaminen pyyhinnän jälkeen.



Linan taittaminen taitoksia tulee 5 kappaletta

Näytteiden toimitusosoite

Työterveyslaitos

Työympäristölaboratoriot

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS

Käyntiosoite: Topeliuksenkatu 41 b, Helsinki